DIE NATURWISSENSCHAFTEN

21. Jahrgang | 1. September 1933 | Heft 35

Zur Morphologie und Entwicklungsphysiologie der Tierzeichnungen.

Von KARL HENKE, Göttingen.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität.)

Die tierischen Zeichnungsmuster lassen sich wie jeder andere Teil des Tierkörpers, den wir zu gesonderter wissenschaftlicher Behandlung herausheben, hauptsächlich unter *drei Gesichtspunkten* studieren. Diese verschiedenen Behandlungsweisen sind zunächst unabhängig voneinander, sie regen sich aber gegenseitig ständig zu neuen Fragestellungen an, helfen sich mit ihren Ergebnissen weiter und führen auch erst in ihrer Gesamtheit zu einem vollständigen biologischen Verständnis. Zuerst betrachten wir unseren Gegenstand als ein *Organ* des Tieres, indem wir fragen, wozu er dient und wie er arbeitet, um seine besondere Aufgabe im Leben des Tieres zu erfüllen. Wir fragen also *ökologisch und physiologisch*. Bei den Tierzeichnungen ergibt sich nun gleich hier am Ausgang eine eigentümliche Situation, indem ihnen vielfach eine bestimmte Funktion überhaupt abgesprochen wird. Tatsächlich ist ja der Begriff des Zeichnungsmusters wie andere aus dem täglichen Leben in die Wissenschaft herübergenommene Begriffe zunächst anthropomorph. Es ist keineswegs selbstverständlich, daß die Aufteilung einer Oberfläche in verschieden gefärbte Areale in allen Fällen auf ein Auge berechnet ist und gesehen wird, wie es der alltägliche Begriff des Zeichnungsmusters voraussetzt. Die ökologische Betrachtung einer Tierzeichnung hat also zunächst einmal zu fragen, ob ihr überhaupt eine bestimmte Funktion zukommt, indem sie die Lebensbedingungen und das Verhalten des Tieres untersucht. Hier tauchen vielfach reizphysiologische Probleme auf, z. B. bei der schnellen Veränderung nicht nur der Farbe, sondern auch des Zeichnungsmusters mancher Fische oder bei der Annahme verschiedener Körperstellungen durch Vögel und Schmetterlinge in bestimmten Reizsituationen, durch die einzelne Musterteile entweder verdeckt oder freigelegt werden. Gerade solche Verknüpfungen bestimmter, z. T. komplizierter Muster mit bestimmten Verhaltensweisen oder Reflexen erwecken immer wieder den Eindruck, daß die Zeichnungsmuster wenigstens in vielen Fällen doch Anpassungen darstellen, deren ökologische Bedeutung nachzuweisen sein müßte.

Nächst der ökologisch-physiologischen Behandlung, die im folgenden außer Betracht bleiben soll, können die Zeichnungsmuster unter dem Gesichtspunkt der *vergleichenden Morphologie* und der *Systematik* untersucht werden. Dabei zeigt sich, daß häufig im natürlichen System nahe zusammenstehende Formen auffallend verschiedene Muster tragen, während andererseits bei offensichtlich nicht näher verwandten Arten ähnliche Zeichnungen vorkommen. Die Bedeutung der vergleichend morphologischen Untersuchung der Zeichnungsmuster liegt daher nicht in erster Linie in ihrer Verwendbarkeit für die Aufstellung eines natürlichen Systems. Sie kann aber vielfach Anregungen zu ökologischen Untersuchungen geben, indem sie das Bestehen einer bestimmten Funktion bei gewissen Mustern dadurch wahrscheinlich macht, daß diese Muster als komplizierte Abwandlungen eines Grundtypus erkennbar werden, deren phyletische Entstehung ganz rätselhaft wäre, wenn sie nicht auf die Erwerbung einer Anpassung abzielte. Zugleich bildet die morphologische Untersuchung die Grundlage für die letzte Behandlungsweise der Tierzeichnungen, die *entwicklungsgeschichtliche und entwicklungsphysiologische*. Die Unsicherheit, inwieweit die Zeichnungsmuster Anpassungen darstellen, hängt gerade mit den besonderen Eigenschaften zusammen, die manche von ihnen für morphologische und entwicklungsphysiologische Untersuchungen so geeignet machen: ihrer großen Variabilität und ihrer relativ einfachen Entstehungsweise. Manche Muster, wie die Scheckungen der Haustiere, haben wohl sicher nicht den Charakter von Anpassungen. Aber auch solche Erscheinungen haben ein besonderes Interesse durch ihre Beziehungen zu anderen Zeichnungsmustern in der freien Natur. Sie können uns mit allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Morphologie und Entwicklungsphysiologie von Tierzeichnungen überhaupt bekannt machen, die ihrerseits wieder, wie besonders R. GOLDSCHMIDT gezeigt hat, als Modelle für die verschiedensten ontogenetischen Formbildungen, zugleich aber vielleicht auch für phylogenetische Formumwandlungen dienen können.

1. Morphologischer Teil.

In der unübersichtlichen Mannigfaltigkeit verschiedener Zeichnungsmuster bei Tieren heben sich *zwei morphologische Haupttypen* durch ihre Verbreitung in verschiedenen Tiergruppen heraus, nämlich einerseits *Scharen von rhythmisch wiederkehrenden, relativ einfachen und im Verhältnis zur gemusterten Fläche mehr oder weniger kleinen Einzelelementen*, die in ihrer Lage meist nicht deutlich von ontogenetisch früher entstandenen Strukturen abhängen, und andererseits *einzelne oder in geringerer Zahl auftretende, häufig relativ große Felder, welche eine genauer bestimmte Lage auf dem Körper des gemusterten Tieres einnehmen* als die Einzelelemente der rhythmischen Zeichnungen.

An zwei verschiedenen Arten *rhythmischer Zeichnungen* soll zunächst gezeigt werden, wie häu-

fig auf den ersten Blick sehr verschiedenartig erscheinende Muster durch formale Vergleichung in Reihen geordnet und so in Zusammenhang miteinander gebracht werden können.

Unter den *Gastropoden* läßt sich ein großer Teil, wenn auch bisher noch nicht die Gesamtheit der vorhandenen Schalenzeichnungen formal auf zwei verschiedene Formprinzipien und ihre Abwandlungen und gegenseitigen Beeinflussungen zurückführen. Dabei treten häufig gleiche oder ähnliche Formenreihen in verschiedenen, z. T. in zahlreichen Verwandtschaftskreisen auf, so daß einerseits parallele Artumwandlungen, andererseits bei ganz verschiedenen Arten sehr ähnliche Entwicklungsfaktoren des Zeichnungsmusters anzunehmen sind. In Fig. 1 sind einige besonders charakteristische Typen ohne Rücksicht auf die systematischen Beziehungen zusammengestellt. Als erstes Formprinzip der Schalenzeichnung bei Schnecken zeigt

Fig. 1. Rhythmische Zeichnungsmuster bei Gastropodenschalen. *a* Cochlostyla mirabilis *Fer.*, *b* Cochlostyla polychora *Sow.*, *c* Phasianella australis *Gm.*, *d* Conus literatus L., *e* Nerita plexa *Chemn.*, *f* Conus textilis L., *g* Conus marmoreus L., *h*—*k* Neritina variegata *Less.*

Fig. 1*a* eine in der Wachstumsrichtung der Schale verlaufende Längsstreifung. Das zweite besteht in einer Querstreifung, wie sie in Fig. 1*b* sichtbar ist. Die Querstreifung kann allein vorhanden sein, oder sie kann zu der Längsstreifung hinzutreten. Ein solcher Fall, bei dem Längs- und Querstreifen von verschiedenem Charakter sind, ist in Fig. 1*c* dargestellt. Die Querstreifung besteht hier in einem Abwechseln dunkler und heller Zonen, die wie in Fig. 1*b* über die ganze Breite der Schale laufen. Jeder dieser dunklen und hellen Querstreifen ist jedoch aus zahlreichen Abschnitten von verschiedener Farbe zusammengesetzt, die in ihrer Gesamtheit eine Längsbänderung aus roten und grünen Streifen bilden. In den roten Längsstreifen setzen sich die dunklen und die hellen Querstreifen deutlich gegeneinander ab. In den grünen Längsstreifen ist der Unterschied geringer, am natürlichen Objekt aber doch überall zu erkennen. Ein Fall, bei dem Längs- und Querstreifung äußerlich gleichartig sind, ist in Fig. 1*d* dargestellt. Indem in beiden Hauptrichtungen dunkle und helle Zonen aufeinanderfolgen, entsteht ein helles Gittermuster, dessen Lücken von dunklen, gleichzeitig in Längs- und Querreihen angeordneten Flecken ausgefüllt sind. Bei anderen Gittermustern sind umgekehrt die durchlaufenden Streifen dunkel, die dazwischen liegenden Flecken hell. Von diesen regelmäßigen Gitter- oder Fleckmustern sind häufig Übergänge vorhanden zu mehr oder weniger regellosen Fleckungen, wie sie besonders bei Cypraeen verbreitet sind, und hier können nun auch die einzelnen Zeichnungselemente einen komplizierteren Bau annehmen, so daß Muster entstehen, die nur aus dem Wechsel je zweier verschiedener Arten von Zonen in zwei verschiedenen Richtungen nicht mehr ohne weiteres abzuleiten sind. Einen repräsentativen Fall für andere einfache Fleckmuster zeigt Fig. 1*e*. Dieser Typus schließt sich nicht an Fig. 1*d* an, sondern er entsteht, wie die vorhandenen Übergänge zeigen, aus einem Querstreifenmuster ähnlich Fig. 1*b*, indem die einzelnen Querstreifen in Abschnitte zerlegt werden, die sich in der Längsrichtung gegeneinander verschieben. Eine weitere Reihe von Mustertypen kommt dadurch zustande, daß die Querstreifen in der Richtung nach der Schalenmündung zu vorspringende Ecken bilden. Hierbei tritt häufig noch ein neuer Faktor hinzu, der jedoch topographisch mit dem Querbindenmuster in Zusammenhang steht, indem der innerhalb der vorspringenden Ecken liegende Raum eine hellere Farbe als die übrigen Teile des Untergrundes erhält. In Fig. 1*f* treten solche weiß ausgefüllten Ecken der Querstreifung hauptsächlich in bestimmten Längszonen auf, so daß die Bedeutung der Längskomponente für das Zeichnungsmuster auch hier noch zu erkennen ist. In anderen Fällen, wie bei Fig. 1*g*, tritt sie vollständig zurück, und das ganze Schalenmuster besteht nun aus hellen dreieckigen Flecken auf dunklem Grund, läßt sich aber durch Vermittlung von Fig. 1*f* noch an ein Querstreifenmuster anschließen. Eine ganz ähnliche Variante des Querstreifenmusters wie Fig. 1*f* zeigt Fig. 1*h*, nur sind hier die hell ausgefüllten Ausbiegungen der feinen Querstreifen meist weniger scharf gewinkelt, und eine Anordnung in bestimmten Längsstreifen ist kaum zu erkennen. Ferner dehnen sich die in diesen Ausbiegungen liegenden hellen Flecken häufig nach hinten zu aus und unterbrechen damit eine Anzahl der folgenden Querstreifen. Sie können sich endlich stark in die Länge strecken, und zwar entweder

in zwei zueinander senkrechten und schräg zur Längsrichtung der Schale laufenden Richtungen wie in Fig. 1*i*, oder auch vorwiegend in einer dieser beiden Richtungen. So entsteht in Fig. 1*k* das Bild einer groben sekundären Schrägbänderung, die zu der primären feinen Querstreifung hinzutritt.

Eine Reihe von Mustern der hier behandelten Art kann, wie erwähnt, in mehreren Verwandtschaftskreisen der Schnecken wiederkehren. Aber auch in den verschiedenen Klassen der Mollusken treten nicht selten die gleichen Mustertypen auf. Sehr verbreitet ist eine einfache, quer zur Wachstumsrichtung der Schale verlaufende Streifung wie in Fig. 1*b*. Aber auch andere rhythmische Musterformen sind nicht auf die einzelnen Molluskenklassen beschränkt. So findet man ganz gleichartige zickzackförmige, in ihrer Gesamterstreckung quer zur Wachstumsrichtung der Schale verlaufende Bänderungen bei Muscheln und bei Scaphopoden. Unregelmäßige und teilweise verzweigte Querbänder, wie sie bei Schnecken häufig sind, finden sich auch auf der Schale von Nautilus (Fig. 2*a*, *b*). Ganz überraschend ist die Ähnlichkeit mancher anscheinend ziemlich abgeleiteter Muster bei gewissen Schnecken und Muscheln (Fig. 2*c*, *d*). In solchen

Fig. 2. Ähnliche rhythmische Zeichnungsmuster in verschiedenen Molluskenklassen. *a*, *b* Unregelmäßige Querstreifung bei Gastropoden und Cephalopoden. *a* Cochlostyla pulcherrima *Sow.*, *b* Nautilus macromphalus *Sow.* *c*, *d* Verzweigte Schrägstreifung bei Gastropoden und Lamellibranchiaten. *c* Voluta vespertilio L., *d* Lioconcha castrensis L.

Fällen sind also die Möglichkeiten zur Ausbildung der gleichen Formen in einem bestimmten Merkmal, der Schalenzeichnung, in verschiedenen Verwandtschaftskreisen vorhanden, die in den meisten anderen Formbildungen stark voneinander abweichen.

Ihrer ontogenetischen Entstehung nach unterscheiden sich die rhythmischen Muster der Molluskenschalen von anderen rhythmischen Mustern dadurch, daß ihre Unterlage während der Entstehung des Musters an einem Rande fortwächst, so daß auch das Muster selbst im Lauf der Zeit stückweise aufgebaut werden muß. Das gleiche gilt auch für die Musterung der geringelten Säugerhaare und wahrscheinlich auch für manche Fälle von rhythmischen Zeichnungen auf Vogelfedern. Bei der Schneckenschale beruht das Muster auf der Einlagerung von Pigmenten und anderen, eine abweichende Färbung bedingenden Einschlüssen in bestimmte Teile der wachsenden Schale. Diese Einschlüsse werden in erster Linie am Mantelrand in die Schale aufgenommen, in gewissen Fällen aber anscheinend auch noch in einer sich etwas weiter rückwärts erstreckenden Zone des Daches der Atemhöhle. Die Längskomponente der Schalenzeichnung kommt dadurch zustande, daß einzelne Teile des Mantelrandes sich während ihres Vorwachsens dauernd von den benachbarten Teilen verschieden verhalten. Die Querkomponente dagegen muß darauf beruhen, daß das Verhalten des Mantelrandes sich im Lauf der Zeit in mehr oder weniger regelmäßigen Perioden verändert. Es ist noch unbekannt, worauf diese Umschläge beruhen und wie die Schrägstreifungen zustande kommen, bei denen anscheinend mit dem Vorwachsen des Mantelrandes und der Schale Zonen bestimmter Differenzierung quer über den Mantelrand fortwandern müssen.

Dieser ersten Gruppe von rhythmischen Mustern, die auf am Rande fortwachsenden Flächen entstehen, läßt sich eine *zweite, formal oft recht ähnliche Gruppe* gegenüberstellen, *deren Unterlage zur Zeit der Festlegung des Musters nicht oder nur in der Fläche vergrößert wird*. Als Beispiel seien die *rhythmischen Fellzeichnungen der Säugetiere* genannt. Auch hier finden sich in verschiedenen Verwandtschaftskreisen Muster, die in ihrem Aufbau so ähnlich sind, daß man mit großer Wahrscheinlichkeit auf ähnliche Entstehungsbedingungen schließen kann. Ferner zeigt sich, daß die Formbildungsvorgänge, durch welche die verschieden gefärbten Areale gegeneinander abgegrenzt werden, unabhängig sind von den Faktoren, welche die Färbung der einzelnen Areale bedingen. So kann beim Rind eine Blümelung dunkel auf hellem Grund, aber auch hell auf dunklem Grund ausgebildet sein (Fig. 3*a*, *b*). Um die Übereinstimmung im Aufbau der komplementären Muster zu zeigen, die beim Hausrind auftreten können, sind in dem Schema zu Fig. 3*b* die in der Natur hellen Partien dunkel gehalten und umgekehrt. Die Formgleichheit dieser bei gewissen Zebus auftretenden Zeichnung mit der in den Helligkeitswerten gerade umgekehrten Zeichnung mancher europäischer Rinder ist aus einem Vergleich der Schemata zu Fig. 3*a* und *b* ohne weiteres deutlich. Ein völlig gleichartiges Muster ist beim Pferde als Schimmelung bekannt (Fig. 3*c*). Die glattrandigen dunklen Flecken, wie sie etwa bei den nubischen Giraffen oder bei der hier für Fig. 1*e* verwandten Netzgiraffe aus dem nördlichen Somaliland auftreten, scheinen zwar auf den ersten Blick von der Schimmelung recht verschieden. Sie sind aber durch zahlreiche Übergänge verbunden mit den zackigen

Flecken der kapischen Giraffen (Fig. 1*d*), die ihrerseits in ihrem Formtypus ganz der Blümelung des Rindes gleichen, so daß auch hier ähnliche Entstehungsbedingungen sehr wahrscheinlich sind. Betrachtet man schließlich, wie in dem Schema zu Fig. 3*f* geschehen ist, die dunklen, in der Mitte aufgehellten Rosetten der Leopardenzeichnung als Einheiten, deren innere Gliederung zunächst außer Betracht bleibt, so läßt sich auch dieses Muster an die übrigen rhythmischen Fleckungen anschließen. Die hier sehr deutliche Aufhellung im Innern der einzelnen Flecken kehrt in schwächerer Form häufig bei den hellen nördlichen Giraffen mit ganzrandigen Flecken wieder.

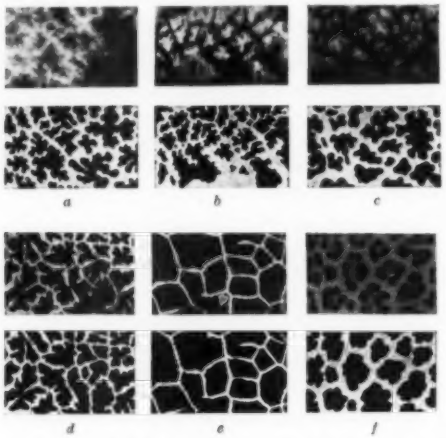


Fig. 3. Rhythmische Fleckmuster bei Säugetieren. Ausschnitte von der Seite des Rumpfes, nach Photographien und schematisiert. Bei *b* und *c* sind im Schema die natürlichen Helligkeitswerte vertauscht, um die Übereinstimmung in der Gestalt der Zeichnungselemente mit denen der anderen Muster deutlich zu machen. *a* Europäisches Hausrind, *b* Guzerat-Stier, *c* Apfelschimmel, *d* zweihörnige südliche Giraffe mit zerrissenen Flecken, *e* Netzgiraffe aus dem nördlichen Somaliland, *f* Leopard. *b* nach einer Figur bei VAN BEMMELEN 1931.

In manchen Säugergruppen finden sich unvermittelt neben diesen ausgesprochenen Fleckungen als eine andere Form rhythmischer Muster Streifungen, wie die Zebrastreifung neben der Blümelung des Schimmels oder die Streifung des Okapi neben der Giraffenfleckung. Auch beim Rind kommen gestreifte Formen neben gefleckten vor. Bei den Raubtieren, speziell den Feliden, treten nun aber auch zwischen typischen Streifungen wie beim Tiger und reinen Fleckungen wie beim Leopard alle Übergänge auf. Vergleichend morphologisch lassen sich also auch Fleckungen und Streifungen der Säugetiere in Zusammenhang bringen. Daß diese formale Verwandtschaft mit entwicklungsphysiologischen Beziehungen verknüpft ist, geht aus dem Zeichnungsmuster mancher Bastarde von Löwen und Tigern hervor. Bei jungen Löwen ist bekanntlich eine der Leopardenzeichnung ähnliche Fleckung vorhanden, die mit dem Alter mehr oder weniger vollständig verschwindet. Die Zeichnung der Löwe-Tiger-Bastarde nimmt nun besonders in den hinteren Rumpfpartien eine deutliche Mittelstellung ein zwischen der Streifung des Tigers und einer Rosettenzeichnung (Fig. 4). Die Entwicklungsfaktoren, welche Streifung, und diejenigen, welche Fleckung bedingen, schließen sich also weder gegenseitig aus noch überlagern sie sich in ihren Wirkungen, sondern sie sind imstande, zusammenzuwirken und gemeinsam eine Kompromißbildung zustande zu bringen.

Es ist keineswegs sicher, daß alle aus zahlreichen kleinen Einzelelementen bestehenden Muster bei Säugern in die hier behandelte Gruppe gehören. Manche von ihnen, besonders die kleinfleckigen Muster mancher domestizierter Hunde- und Rinderrassen, aber auch von anderen freilebenden Säugern scheinen eher zu der zweiten

Fig. 4. Rhythmische Muster. Ausschnitte aus der Seite des Rumpfes. *a* Löwe, junges Tier, *b* Löwe-Tiger-Bastard, *c* Tiger.

Hauptgruppe von Zeichnungsmustern in Beziehung zu stehen. Hier sollte nur gezeigt werden, daß jedenfalls ein sehr großer Kreis von zum Teil recht heterogenen rhythmischen Mustern bei Säugern formal in Zusammenhang zu bringen ist und von ähnlichen Entwicklungsfaktoren abzuhängen scheint.

Als typischer Repräsentant für die *zweite Hauptgruppe von Zeichnungsmustern*, die vereinzelten, relativ großen und mehr oder weniger fest an bestimmte Körperregionen gebundenen Felder, kann die bei domestizierten Wirbeltieren verbreitete Form der *Scheckung* dienen. In Fig. 5 sind eine Anzahl von Skizzen gescheckter Pferde zusammengestellt, die nach Photographien gezeichnet und aus einem verhältnismäßig großen Material ausgewählt sind. Die Skizzen zeigen, daß die Scheckungen trotz ihrer großen Mannigfaltigkeit keineswegs regellos sind. Es sind vielmehr bestimmte *Zentren* erkennbar, auf die sich die dunkle Färbung zurückzieht, während die dazwischenliegenden Bezirke weiß werden. In Fig. 6*b* sind sie schematisch dargestellt. Am Kopf sind drei voneinander unabhängige Zentren bzw. Paare von Zentren vorhanden: eines im Gebiet des Nackens, ein weiteres am Unterkiefer und ein

drittes im Umkreis der Augen. In Fig. 5*a* sind diese drei Zentren deutlich gegeneinander abgegrenzt. In *b* und *c* ist das letzte ausgefallen, während die beiden ersten erhalten sind. In *b* sind sie klein und fast ganz voneinander getrennt, in *c* weitgehend verschmolzen, so daß außer kleinen „Abzeichen" in der Mittellinie des Vorderkopfes, die die beginnende Trennung zwischen benachbarten Zentren anzeigen, nur der Ort des Augenzentrums als weißer Ring um das Auge stehengeblieben ist. In *d* sind Augen- und Unterkieferzentrum ausgefallen, so daß nur das Nackenzentrum an dem im übrigen weißen Kopf ausgebildet ist. Allgemein zeigen auch bei starker Rückbildung der Färbung die Kopfzentren eine sehr große Beständigkeit, so daß in meinem Material Tiere mit völlig weißem Kopf überhaupt fehlen. Dagegen ist häufig, wie in Fig. 5*l* und *m*, bei sonst sehr starker Scheckung der Kopf vollständig dunkel. Eine weitere Gruppe von Rückzugsgebieten, die untereinander offenbar in engerem Zusammenhang stehen, liegt in der Mittellinie der Rückenseite von Hals und Rumpf. In *a* bilden sie einen zusammenhängenden dunklen Streifen. In anderen Fällen wie in *e* kann jedoch ein vorderer Teil abgesprengt sein, und ebenso ist in *h* eine Trennung zwischen einem in der Sattelregion und einem zweiten auf der Dorsalseite des Halses liegenden Zentrum deutlich. Ausnahmsweise, wie in Fig. 5*p*, kann von dem ganzen Bezirk nur der auf dem Halsrücken liegende Teil ausgefärbt sein, meist ist jedoch bei starker Entfärbung dieses Gebietes die Sattelregion allein ausgefärbt (*e*, *f*, *g*), während die weiter vorn und hinten gelegenen Gebiete weiß sind. Das Hauptrückzugsgebiet für die Pigmentierung dieses ganzen Bereichs liegt also in der Sattelregion, doch kann auch ein von ihm unabhängiges Rückzugsgebiet auf dem Hals vorhanden sein, während die weiter hinten gelegenen Teile des Rückens nur bei gleichzeitig ausgefärbter Sattelregion Pigment tragen. Ebenso wie diese beiden letzten Gebiete verhalten sich auch die Schwanzregion und die daran anschließende Hinterseite des Unterschenkels zu-

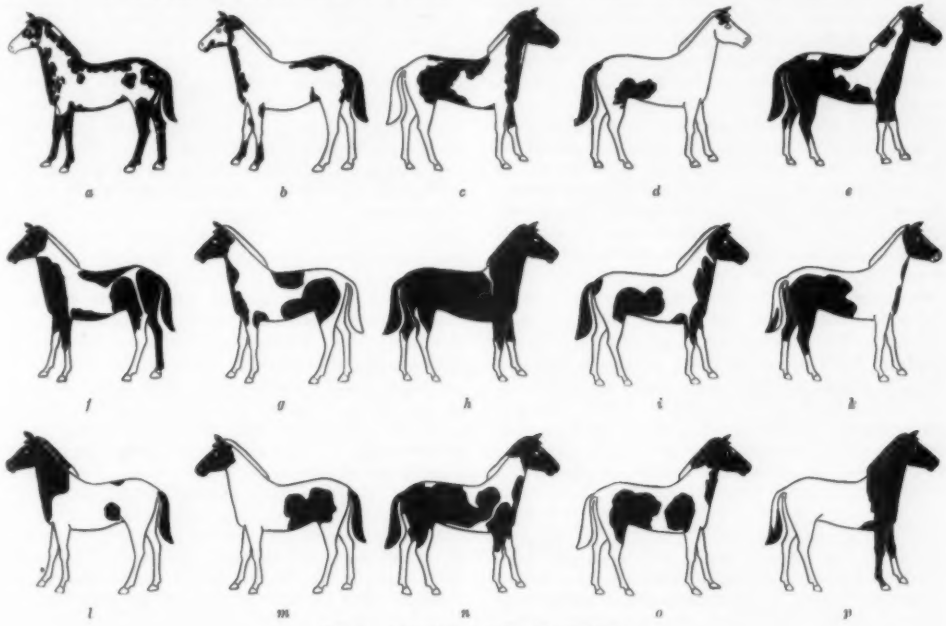


Fig. 5. Scheckung beim Hauspferd.

einander. Bei Fig. 5*a* zieht eine dunkle Zone von der Schwanzwurzel an der Hinterseite des Unterschenkels abwärts. Bei *h* ist die Abtrennung des unteren Bezirks angedeutet, aber nicht vollständig. Bei einer stärkeren Rückbildung der Pigmentierung dieses Gebietes zieht sie sich stets auf die Schwanzwurzel und ihre Umgebung oder selbst auf die Schwanzspitze zurück (*f*, *i*, *k*). Ist das Schwanzzentrum völlig ausgefallen, wie in *g* und *o*, so ist auch die Rückseite des Unterschenkels weiß, soweit sie nicht wie in *k* von den übergreifenden Ausläufern anderer Zentren bedeckt wird. Die Unabhängigkeit dieses Gebietes von der Rückenregion zeigt sich darin, daß bald die eine, bald die andere Gruppe von Rückzugsgebieten ausfallen kann. So ist in *c* und *g* bei erhaltenem Sattelzentrum das Schwanz-

zentrum ausgefallen, während in *d*, *i*, *k* und *m* das umgekehrte der Fall ist. Ein weiteres, ebenfalls unpaar ausgebildetes Hauptrückzugsgebiet der Pigmentierung, das auch bei starker Scheckung meistens erhalten bleibt, findet sich auf der Ventralseite des Halses und der Brust und greift von hier auf die Region des Ellbogengelenks und des Unterarms über. Besonders bei den Tieren Fig. 5*g* und *i* ist es deutlich, wie die Pigmentierung des Unterarmes dadurch zustande kommt, daß das im Gebiet der Brust liegende Zentrum von der Innenseite des Unterarmes aus seine Vorder- und Hinterseite umfaßt, bis, wie etwa bei *n*, die beiden Ausläufer auf der Außenseite zusammenfließen. Dieses Hauptrückzugsgebiet zerfällt in drei Abschnitte. Der hintere von ihnen kann in seltenen Fällen als ein in der Nähe des Ellbogengelenks liegender Fleck von den übrigen Gebieten abgetrennt sein, so in Abb. 5*b*, und ausnahmsweise kann er sogar bei völlig ungefärbter Brust- und Halsregion allein erhalten bleiben. Meist erscheint die Färbung der Unterarmregion jedoch als ein Ausläufer des Brustzentrums. Für das Gebiet von Brust und Hals sind dagegen zwei weitgehend unabhängige Zentren anzunehmen, die bei *g* unvollständig, bei *k* vollständig voneinander getrennt sind. Die Unabhängigkeit dieser beiden Zentren wird aus einem Vergleich von *c* und *o* deutlich. Im ersten Fall ist von beiden das Brustzentrum, im zweiten das auf der Ventralseite des Halses gelegene allein erhalten. Die Abtrennung dieser Region von den Zentren des Kopfes ist bei *f*, *k* und *n* deutlich. Da die Rückenzentren sehr leicht ausfallen, ist ein weißer Rücken bei gefärbter Brust- oder ventraler Halsseite häufig, wie bei *i*, *k* und *o*, nicht aber die entgegengesetzte Farbverteilung. Dagegen verhält sich die Schwanzregion in der Beständigkeit ihrer Färbung ähnlich wie Brust und Hals, und hier zeigt sich nun die Unabhängigkeit dieser beiden Hauptgebiete deutlich darin, daß bald, wie bei *d* oder *m*, nur die erste, bald aber, wie bei *c*, *g* oder *o*, nur die zweite gefärbt ist.

Außer diesen in der Mediane des Körpers gelegenen Rückzugsgebieten der Pigmentierung sind noch zwei paarige Zentren des Rumpfes vorhanden. Das erste von ihnen liegt im Schultergebiet. In *h* ist es von den Zentren der Brustregion unvollständig, in *n* vollständig getrennt, in *o* liegt es völlig isoliert in der Schulterregion. Dieses Tier zeigt zugleich, daß das leichter als alle bisher besprochenen Zentren ausfallende Schulterzentrum sich auch bei Fehlen der Färbung im Rücken- sowie im Schwanzgebiet behaupten kann. Zugleich ist hier von den Zentren auf der Brust und der Ventralseite des Halses nur das letzte, und zwar in relativ geringem Umfang, erhalten. Zweifellos stellt also auch die Schulterregion ein eigenes, von den übrigen unabhängiges Rückzugsgebiet der Pigmentierung dar. Das zweite paarige Farbzentrum des Rumpfes liegt weiter rückwärts in der Körperseite. Bei sehr schwacher Ausbildung, wie bei *l*, liegt es in der Knieregion. In dem mir vorliegenden Material ist es nur in einem Fall, bei *p*, vollständig ausgefallen. Meist breitet es sich vom Knie in verschiedenen Richtungen aus. Drei von diesen Hauptausbreitungsrichtungen sind bei *m* deutlich voneinander getrennt. Die eine erstreckt sich auf die Oberschenkelregion, die zweite auf die Körperseite, die dritte auf den Bauch. In *o* ist außer diesen dreien noch eine vierte Ausbreitungsrichtung zu erkennen, indem die Pigmentierung sich auf der Vorderseite des Unterschenkels ausdehnt. Einzelne dieser Auslaufgebiete können fortfallen, während andere erhalten sind. So fehlt bei *g* der auf der Rumpfseite, in *i* der am Bauch liegende Ausläufer. Der Fall Fig. 5*a*, bei dem Oberschenkel und Bauch ausgefärbte Bezirke zeigen, während die Knieregion selbst weiß ist, scheint darauf hinzudeuten, daß diese Ausbreitungsgebiete eigene untergeordnete Zentren enthalten, die in den meisten Fällen nur bei Ausfärbung des Kniezentrums gefärbt sind und mit ihm verschmelzen. Daß auch dieses Hauptrückzugsgebiet von den bisher behandelten unabhängig ist, geht daraus hervor, daß verschiedene Ausbildungsgrade desselben mit verschiedenen Ausbildungsgraden der anderen kombiniert sein können. So bedeckt es bei *k* sehr große, bei *a* nur kleine Gebiete, während die Zentren des Rückens, des Schwanzes und der Brust- und Halsregion im ersten Fall ganz fehlen oder nur sehr schwach, im zweiten aber kräftig ausgebildet sind. Auch das im allgemeinen besonders leicht ausfallende Schulterzentrum kann bei kleinem Kniezentrum relativ stark ausgebildet sein, während meistens das Umgekehrte der Fall ist. Auch gegenüber dem Schulterzentrum ist also das Kniezentrum unabhängig. Bei *b* sind noch eigene Pigmentierungszentren an den Vorderfüßen vorhanden, während Vorder- und Hinterfüße sonst in den meisten Fällen entweder ganz ungefärbt sind oder ihre ausgefärbten Bezirke wie bei *a* mit denen des Rumpfes zusammenhängen. Es sind also mindestens für die Vorderfüße auch eigene Pigmentierungszentren vorhanden, und es ist anzunehmen, daß bei einem hinreichend großen Material dasselbe auch für die Hinterfüße nachzuweisen sein würde.

Es zeigt sich also, daß die Pigmentierung bei der Scheckung keineswegs regellos über den Körper verteilt ist, sondern sich auf bestimmt lokalisierte Zentren zurückzieht. Diese Zentren sind weitgehend unabhängig voneinander, und je nach der Zahl, Lage und Ausdehnung der ausgefärbten Bezirke kommen so verschiedenartige Zeichnungsmuster wie etwa in Fig. 5*a* und *o* oder in *k* und *p* zustande. Ähnliche Rückzugsgebiete der Pigmentierung treten auch bei der Scheckung anderer Wirbeltiere auf, wie aus Fig. 6 hervorgeht. Hier sind neben den für das Pferd gefundenen Schekkungszentren die des schwarzbunten Niederungsrindes im Anschluß an LAUPRECHT, der Taube nach Untersuchungen von O. und J. KUHN sowie des Goldfischs dargestellt. Gegenüber den Ver-

hältnissen beim Rind ist beim Pferd besonders die Bedeutung der Rückzugsgebiete in der Mediane des Körpers bemerkenswert. Wo *Scheckungen in verschiedenen Farben* vorkommen, sind die Rückzugsgebiete für die einzelnen Farben gleich. So gilt das Schema der Fig. 6*d* sowohl für die Schwarzrotscheckung wie für die Rotweißscheckung des Goldfischs. Zur Veranschaulichung ist in Fig. 7 ein Individuum dargestellt, bei dem die schwarze Pigmentierung stark reduziert ist und sich auf die innersten Teile der Zentren zurückgezogen hat, während gleichzeitig ein geringerer Grad von Rotweißscheckung vorhanden ist. Die roten Bezirke sind hier noch etwas weiter ausgedehnt, als dem Scheckungsschema Fig. 6*d* entspricht.

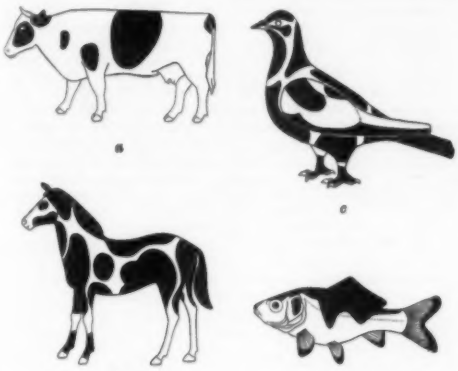


Fig. 6. Rückzugsgebiete der Pigmentierung bei gescheckten Haustieren, schematisch. *a* schwarzbuntes Niederungsrind, *b* Hauspferd, *c* Haustaube, *d* Goldfisch. *a* schematisiert im Anschluß an LAUPRECHT, *c* nach einer Zeichnung von O. KUHN.

Fig. 7. Goldfisch, dreifarbige Scheckung. Punktierte Partien rot.

Die Scheckungen der Haustiere haben nicht nur entwicklungsphysiologisches Interesse, sondern sie scheinen auch in Zusammenhang zu stehen mit gewissen Formen der Wildzeichnung, die im Gegensatz zu den rhythmischen Mustern ebenso wie die Scheckung auf der Ausbildung großer zusammenhängender Bezirke von einheitlicher Färbung beruhen und sowohl bei Säugern als bei Vögeln häufig eine ähnliche Lokalisation bestimmt gefärbter Bezirke zeigen wie die Hauptrückzugsgebiete der Pigmentierung bei der Haustierscheckung. Eine vergleichende Betrachtung der Wildzeichnungen größerer Gruppen könnte vielleicht diese Zusammenhänge noch weiter aufklären.

(Fortsetzung folgt.)

Kurze Originalmitteilungen.

Unter Mitwirkung von MAX HARTMANN, MAX v. LAUE, CARL NEUBERG, ARTHUR ROSENHEIM und MAX VOLMER.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer baldigen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von **höchstens einer Druckspalte** zu beschränken.

Die künstliche Umwandlung von Magnesium mit Po-α-Strahlen.

Der 1908 von RUTHERFORD und GEIGER angegebene röhrenförmige Zähler[1], welchen BECKER und BOTHE zur Unterscheidung von Protonen und Elektronen bzw. Neutronen und γ-Strahlen[2] benutzten, bietet auch bei Untersuchungen über künstliche Kernumwandlung[3] große Vorteile: Unabhängigkeit von der β- und γ-Strahlung bei praktisch unbegrenzter Zählfläche. Bei den Untersuchungen, welche wir an Magnesium anstellten, hatte das längsseitige Fenster des Zählers eine Größe von 4 × 1,5 qcm. Trotz der großen Lichtstärke waren dabei die geometrischen Verhältnisse leidlich definiert.

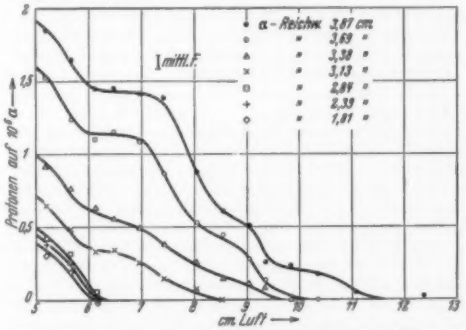
Die Ergebnisse der Messungen zeigt die Figur. Die Kurven sind Absorptionskurven der Protonen, welche durch Po-α-Teilchen der beigeschriebenen Reichweiten in Mg unter 90° gegen die α-Richtung ausgelöst wurden. Die Ordinaten sind die ungefähren Ausbeuten in der üblichen Darstellungsweise. An den Kurven ist folgendes bemerkenswert:

1. Die oberste Kurve läßt 4 eng beieinanderliegende Protonengruppen erkennen.

2. Die zweite Kurve ist fast genau die Parallelverschiebung der ersten nach unten. Dies bedeutet, daß die Verkürzung der α-Reichweite zunächst nur das Zurücktreten der letzten Protonengruppe zur Folge hat, während die drei ersten Gruppen, bis auf eine kleine Verkürzung und Schwächung der zweiten, unbeeinflußt bleiben.

3. Bei weiterer Verkürzung der α-Reichweite verschwindet die 2. Protonengruppe sehr rasch (3. Kurve).

4. Zwischen $R_\alpha = 2{,}8$ und 1,9 cm ist nur noch die erste Protonengruppe vorhanden, und zwar praktisch mit ihrer ursprünglichen Intensität und Reichweite. Erst wenn die maximale α-Reichweite nur noch 1,5 cm beträgt, ist auch diese Gruppe vollständig verschwunden.



Absorptionskurven der aus einer dicken Mg-Schicht unter 90° ausgelösten Protonen.

[1] E. RUTHERFORD u. H. GEIGER, Proc. roy. Soc. London (A) **81**, 141 (1908).

[2] H. BECKER u. W. BOTHE, Naturwiss. **20**, 757 (1932).

[3] O. HAXEL, Z. Physik **83**, 323 (1933).

Diese Ergebnisse zeigen, daß einige der Protonengruppen des Mg ein enges Anregungsintervall der α-Reichweite besitzen, was für das Vorkommen der zuerst von Pose beim Al behaupteten Resonanzvorgänge[1] bei der künstlichen Kernumwandlung spricht. Genauere Ergebnisse sind bei Mg schwer zu gewinnen, weil die 4 Protonengruppen sehr dicht beieinander liegen und ihre Anregungsbereiche sich zum Teil zu überdecken scheinen. Auch die Vielheit der Isotope des Mg erschwert die Deutung. Die Energietönung erweist sich für alle Gruppen als negativ.

Heidelberg, Physikalisch-Radiologisches Institut, den 26. Juni 1933. W. Bothe. H. Klarmann.

Kernradien und Atomzertrümmerungsausbeuten bei schweren Elementen.

Nach Versuchen von J. Merhaut und H. Wallner, bei denen an den Elementen Silber bis Tellur reflektierte RaC-α-Teilchen nach der Szintillationsmethode genauer untersucht wurden, verhalten sich diese Elemente hierbei nicht normal. Die ungeraden Elemente, besonders Indium und Antimon, zeigen gegenüber der Erwartung konkavere Absorptionskurven, die Elemente mit geradem Z, Tellur, Zinn und Cadmium zeigen eine Stufe in der Absorptionskurve der an dicker Substanzschicht reflektierten Teilchen: die α-Teilchen werden anscheinend in einem bestimmten Geschwindigkeitsbereich nicht reflektiert (Fig. 1); beim mittleren Reflexionswinkel 160° deutet sich bei Tellur im Bereiche größerer Geschwindigkeiten noch eine zweite Stufe an.

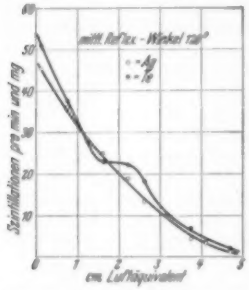


Fig. 1. Absorptionskurven an Silber und Tellur reflektierter RaC-α-Teilchen.

Die verwendete Anordnung war die von E. A. W. Schmidt[2] entwickelte und beschriebene, wie sie auch seinerzeit Kirsch und Pettersson[3] bei ihren extensiven Untersuchungen diente. Über die maximale Reichweite reflektierter α-Teilchen hinaus wurden keine Teilchen mehr beobachtet. Sie traten aber sofort ungefähr in dem von Kirsch und Pettersson beobachteten Ausmaße auf, wenn so wie bei diesen Autoren der zwecks Herabsetzung des Schirmleuchtens angebrachte Paraffinüberzug auf den schirmnahen Apparatteilen wieder eingeführt wurde. Danach dürfte es sich um einen Curie-Joliot-Effekt handeln, d. h. also um Atomzertrümmerung unter Neutronenemission mit sehr großer Ausbeute an den mit RaC-α-Teilchen bestrahlten Elementen.

In letzter Zeit hier ausgeführte Versuche von E. Matzner scheinen dies zu bestätigen. Frühere Versuche hatten gezeigt, daß nicht nur *Zertrümmerbarkeit durch Neutronen*[1], sondern auch *Zertrümmerung unter Neutronenemission*[2] bis zu den schwersten Elementen hinauf erzielbar ist (und zwar im letzteren Fall mit Polonium-α-Teilchen). Matzner hat nun eine emanationsbeschickte mit Zinkpulver gefüllte Glaskugel als Neutronenquelle untersucht, und erhielt bei Verwendung der Atomzertrümmerungseffekte als Nachweismittel für Neutronen ungefähr den 50fachen Effekt aus RaC-bestrahltem Zink gegenüber poloniumbestrahltem Beryllium (mit Polonium bestrahlt gab Zink rund den siebzigsten Teil der Ausbeute aus Beryllium).

Mit diesen Feststellungen scheinen für die seinerzeitigen Beobachtungen von Kirsch und Pettersson (l. c.) zum großen Teil Erklärungsmöglichkeiten gefunden zu sein: Die Abweichungen der Absorptionskurven reflektierter α-Teilchen von der bei der Extrapolation und Deutung zugrundegelegten theoretischen Form, lassen das scheinbare Auftreten von Reichweitenverkürzungen verstehen. Ferner dürfte die Zertrümmerbarkeit der Atome mit α-Teilchen aus RaC und in großer Ausbeute tatsächlich eine allgemeine Eigenschaft der Atome sein, wenn es sich auch nicht um Emission von Protonen, sondern von Neutronen dabei handelt.

Vor allem scheinen alle die angeführten Erfahrungen mit dem Gamowschen Kernmodell unverträglich zu sein, denn bei Annahme Coulombschen Potentialanstieges bis näher als 10^{-13} cm vom Kernmittelpunkt, müßten alle auf Resonanzstreuung oder -eindringung beruhenden Erscheinungen bei $Z \sim 50$ unbeobachtbar klein bleiben. Die Annahme von etwa 5mal größeren Kernradien bei den schweren Elementen als nach Gamow dürfte nicht zu umgehen sein.

Wien, II. Physikalisches Institut der Universität, den 9. Juli 1933. G. Kirsch.

[1] Wien. Anz. 7. Juli 1932 — Deseyve, Kirsch u. Rieder (Mitt. Ra-Inst. 295a).

[2] G. Kirsch u. R. Trattner, Wien. Ber. 142, 71 (Mitt. Ra-Inst. 304) — J. Schintlmeister, Wien. Ber. 142, 71 (Mitt. Ra-Inst. 312) (1933) — G. Kirsch, Naturwiss. 21, 332 (1933).

[1] H. Pose, Z. Physik 64, 1 (1930).

[2] Wien. Ber. 134, 385 (Mitt. Ra-Inst 178) (1925).

[3] Wien. Ber. 134, 491 (Mitt. Ra-Inst 180) (1925) — Atomzertrümmerung. Leipzig: Akad. Verl.-Ges. 1926.

Besprechungen.

von Seidlitz, W., **Der Bau der Erde und die Bewegungen ihrer Oberfläche.** Eine Einführung in die Grundfragen der allgemeinen Geologie. Sammlung: Verständliche Wissenschaft. Band 17. Berlin: Julius Springer 1932. IX, 152 S. und 54 Abb. Preis geb. RM 4.80.

Eine allgemeinverständliche Darstellung der Grundlagen der allgemeinen (dynamischen) Geologie gehört vielleicht zu den schwierigsten Aufgaben populärwissenschaftlicher Schilderung, da die Geologie, infolge ihrer mannigfaltigen Beziehungen zu vielen, ja fast zu allen anderen Naturwissenschaften, niemals „voraussetzungslos" arbeiten kann. Ganz besonders gilt das für die sog. endogene Dynamik, d. h. für jenen Teil der allgemeinen Geologie, der sich mit den in der Erde selbst wurzelnden Kräften und den durch sie bedingten Bewegungsvorgängen befaßt.

Das Problem einer gemeinverständlichen Darstellung dieses Teiles der Geologie ist neuerdings von verschiedenen Seiten angepackt worden. So hat der Referent versucht, auf einem „erkenntniskritischen" Wege eine logische Entwicklung der Grundprobleme zu geben. Vielleicht im bewußten Gegensatz dazu verzichtet v. Seidlitz auf eine derartige, scharf logische Systematisierung des Inhaltes und gibt, gestützt auf ein reiches und schönes, im besten Sinne modernes Bildmaterial, einen Überblick, welcher der unmittelbaren Anschauung vielleicht besser gerecht wird, dafür aber naturgemäß die begriffliche Übersichtlichkeit etwas zurückstehen lassen muß. Welcher Weg für den Laien der bequemere und ansprechendere ist, soll dahingestellt bleiben; es ist auch für einen Wissenschaftler, der selbst in den Problemen lebt, sehr schwer, den Grad der Allgemeinverständlichkeit richtig zu bewerten. Daß bei der v. Seidlitzschen Darstellung manche Wiederholungen unvermeidlich sind, liegt auf der Hand, ist aber vielleicht kein Nachteil, da zwar dadurch zusammenhängende Fragenkomplexe auseinandergerissen werden, die Wiederholung aber den Blick immer wieder auf die Grundtatsachen lenkt.

Die Anordnung des Stoffes ist die folgende:

In der Einleitung wird der Grundfrage die Hebung und Senkung an Hand des Vorkommens von Meeresmuscheln auf Bergen angeschnitten und es wird weiter

die Frage des Materials der Berge (Sedimente und Eruptivgesteine) an deutschen Beispielen erörtert.

Der erste Teil („Das Gesteinsmaterial und die Gestaltung der Erdoberfläche") erläutert die Entstehung der Gesteine, die Frage geologischer Zeitmessung, den Nachweis der Bewegungen der Erdrinde und die Grundlagen der Geographie der Vorzeit. Der Nachdruck wird auf die Rolle der Gesteine als Abbildungen von Erdbewegungen gelegt. Die wichtigsten Grundprobleme der dynamischen Geologie sind schon hier angedeutet.

Im zweiten Teil („Wachsen die Berge?") wird ein Überblick über die Beweise für Hebungen und Senkungen gegeben; es folgt eine Darstellung der Entstehung von Gebirgen, wobei mit erfreulicher Schärfe der neuerdings immer deutlicher hervorstechende Gegensatz zwischen der Entstehung der Struktur und Entstehung des oberflächlichen Bildes nebst der Höhenlage herausgearbeitet wird. Dieser jungen Heraushebung und überhaupt den meßbaren jüngsten Bewegungen, sind die beiden letzten Kapitel gewidmet.

Der dritte Teil (der Rhythmus der Erdgeschichte) bringt zuerst einen kurzen Überblick über die Zerstörungsvorgänge in den Gebirgen und leitet weiter zu ihrer Beziehung zu den Bewegungen der Erde und damit zu dem Gesamtproblem der Veränderungen im Antlitz der Erde über, um mit einer sinngemäßen Ausdeutung des Prinzips des Aktualismus zu schließen.

Eine Tabelle der Formationen, einige Literaturangaben, ein kurzer Index von Fachausdrücken und ein Inhaltsverzeichnis sind am Ende beigefügt.

Diese Form der Gliederung des Stoffes zeigt schon, daß die gleichen Probleme und Begriffsbildungen in den einzelnen Abschnitten unter verschiedenen Gesichtspunkten wiederkehren müssen, was aber entschieden zur Einprägsamkeit der Darstellung beiträgt, die, unter Verzicht auf die didaktische Übersichtlichkeit eines Lehrbuches, sehr lebendig und fesselnd ist und durch gut gewählte und vorzüglich wiedergegebene Bilder einen hohen Grad von Anschaulichkeit erhält. Kritisch und vorsichtig, vermeidet v. SEIDLITZ auch eine Festlegung auf noch unsichere Resultate und Theorien, ohne diese aber ganz zu übergehen, wodurch die Zuverlässigkeit der Darstellung gesteigert wird. Literaturzitate im Text sind vermieden, was vielleicht von denjenigen, die tiefer in die Materie eindringen wollen, bedauert werden wird. Eine konsequente Durchführung hätte allerdings den Text sehr verlängert. Sicher wird das vorzüglich ausgestattete Bändchen vielen willkommen sein.

S. VON BUBNOFF, Greifswald.

Handbuch der Geophysik. Herausgegeben von B. GUTENBERG. Bd. II, Lieferung 2: A. BORN, *Der geologische Aufbau der Erde.* Berlin: Gebr. Borntraeger 1932. 302 S. und 221 Abb. Preis geh. RM 46.—, geb. RM 69.—.

Die vorliegende Lieferung bringt die Fortsetzung des geologischen Teiles des Handbuches der Geophysik, dem der 2. Band dieses Werkes gewidmet ist. Es kann heute wohl als selbstverständlich bezeichnet werden, daß ein so groß angelegtes Werk über Geophysik auch einen geologischen Teil enthalten muß, denn die Beziehungen zwischen Geologie und Geophysik werden immer enger, so daß man schon kaum mehr sagen kann, ob der Geologe mehr auf die Geophysik oder der Geophysiker mehr auf die Geologie angewiesen ist. In vieler Hinsicht ist der Geologe vom Geophysiker nicht mehr zu unterscheiden. Es ist namentlich das Gebiet der Schweremessungen, in dem sich die beiden Wissenschaften treffen. Dem Geologen soll die Deutung der Resultate der Schweremessungen Kenntnisse über den tektonischen Aufbau der Erdkruste vermitteln; andererseits braucht der Geodät und Geophysiker die Kenntnis des geologischen Aufbaues, um die richtige Art der Reduktion der Schweremessungen anzuwenden, welche für die wissenschaftlichen Zwecke der höheren Geodäsie notwendig ist. Zu diesen wissenschaftlichen Fragen treten dann noch die Fragen der Praxis, wo aus geologischen und geophysikalischen Tatsachen gemeinsam mit möglichst geringen Kosten die Lage und die Ausdehnung abbaufähiger Schichten der Untergrundes konstatiert werden sollen. Auch der Seismiker wird geologische Kenntnisse nicht entbehren können.

Das Buch bringt eine Darstellung des geologischen Aufbaues der Erde, d. h. desjenigen Teiles der Erdkruste, der überhaupt einer geologischen Behandlung zugänglich ist. Der Verfasser beschränkt sich auf eine möglichst objektive Darstellung der Tatsachen, verzichtet aber aus Raumgründen auf eine Synthese. Natürlich nimmt die Behandlung Europas weitaus den größten Raum ein. Es ist wohl auch der einzige Kontinent, über welchen so viele Untersuchungen vorliegen, daß eine geschlossene Darstellung überhaupt möglich ist. Für die anderen Kontinente sind unsere Kenntnisse noch so lückenhaft, daß es sehr schwierig ist, selbst nur die wichtigsten Züge des Bildes herauszufinden.

Da der Referent nicht Berufsgeologe ist, so darf er sich über den Inhalt des Buches vom Standpunkte der wissenschaftlichen Geologie kein Urteil anmaßen; wohl aber läßt sich beurteilen, ob das Werk für den Geodäten und Geophysiker das bringt, was er braucht, und zwar in einer Form, in der es ihm zugänglich ist. Dies darf im vollsten Sinn des Wortes bejaht werden. Auch bürgt der Name des Autors, der uns schon mehrere Bücher aus dem geologisch-geophysikalischen Grenzgebiet geschenkt hat, für die Gründlichkeit und Gediegenheit des Ganzen.

A. PREY, Wien.

THOMSON, J. J., und G. P. THOMSON, **Conduction of Electricity through Gases.** 3. Auflage. 2. Band. Cambridge: University Press 1933. 608 S. und 232 Abb. 14 × 22 cm. Preis 30 Schilling.

Der jetzt erschienene 2. Band des Werkes schließt sich nach Inhalt und Darstellung dem ersten ganz an[1], er besitzt dieselben bestechenden Vorzüge, die Unmittelbarkeit der Darstellung, die Betonung des Experimentellen, unabhängig davon, ob es sich in eine Theorie einordnen läßt oder nicht.

Andererseits müssen auch dieselben Vorbehalte gemacht werden wie beim ersten Band. Nicht alle unter den Titel fallenden Fragen werden gleichmäßig behandelt. Stark bevorzugt erscheinen die Teilgebiete, auf welchen die Verfasser selbst gearbeitet oder an denen sie besonderes Interesse gefunden haben. Dies gilt namentlich von den eingestreuten theoretischen Überlegungen, die im wesentlichen in der von J. J. THOMSON ursprünglich gefaßten Form mit verhältnismäßig spärlicher Berücksichtigung der späteren Verbesserungen und Umdeutungen gebracht werden. Andererseits steht nur in losem Zusammenhang mit dem Thema die Elektronenbeugung, die ziemlich eingehend (augenscheinlich von G. P. THOMSON) abgehandelt wird, übrigens sehr geschickt auf nur 25 Seiten eine erschöpfende Darstellung des heutigen Standes gebend.

In diesem auswahlartigen und gelegentlich nur skizzenhaften Charakter des Buches sollte man nicht eine Schwäche erblicken, er gibt ihm das persönliche Gepräge, ohne welches man bei der riesig angeschwol-

[1] Naturwiss. 17, 693 (1929).

lenen Literatur eine neue Darstellung des Gegenstandes vielleicht überhaupt für überflüssig halten würde. Daß das Werk nicht als Einführung, sondern mehr für mit der Materie bereits etwas Vertraute gedacht ist, geht auch daraus hervor, daß unvermittelt Ausdrücke, wie „Thomas-Verteilung", ohne Erläuterung, ja ohne Literaturhinweis auftreten.

Die erste Hälfte des Bandes (Kap. I—VII) behandelt die Einzelerscheinungen, welche bei der Gasentladung eine Rolle spielen und spielen können: Eigenschaften und Wirkungen von Elektronen, positiven Ionen und Röntgenstrahlen, Sekundärstrahlungen, Ionisation durch chemische Wirkungen und Wasserfallelektrizität. Das weitaus umfangreichste VIII. Kapitel befaßt sich in 12 Unterabschnitten mit der Glimmentladung, nämlich deren einzelnen Teilen, der Wirkung magnetischer Felder auf sie, der elektrodenlosen Ringentladung, Kippschwingungen, Kathodenzerstäubung, Pseudohochvakuum (hier sind leider die Arbeiten von RATNER, A. JANITZKY u. a. über den Einfluß des Entgasungszustandes der Elektroden nicht erwähnt). In Kapitel IX und X schließlich werden Funken- und Bogenentladungen behandelt.

Auch dieser Band wird dem, der ihn zu lesen weiß, viel des Interessanten und Anregenden geben.

W. BOTHE, Heidelberg.

JEVONS, W., **Report on band-spectra of diatomic molecules.** Herausgegeben von The Physical Society, London. Cambridge: University Press 1932. 308 S., 4 Tafeln u. 65 Fig. 18×26 cm. Preis geh. 17 s. 6 d., geb. 20 s. 6 d.

Über das in den letzten Jahren intensiv durchforschte Gebiet der Molekelspektren liegen bereits mehrere längere zusammenfassende Darstellungen vor. Das Buch von R. DE L. KRONIG (Bandspectra and molecular structure, Cambridge 1930) behandelt in strenger Weise die Theorie und diejenigen Anwendungen, die in völlig gesichertem Zusammenhang mit ihr standen. Die Darstellungen von W. WEIZEL (Bandenspektren, im Handb. d. Exper.-Physik, Erg.-Bd. 1. Leipzig 1931) und R. S. MULLIKEN [Interpretation of band spectra, in Reviews of mod. physics **2**, 60 (1930); **3**, 89 (1931); **4**, 1 (1932)] sind von Verfassern geschrieben, die selbst vom Experiment herkamen und zur Theorie vorgeschritten sind; sie schließen sich eng an das empirische Material an und wollen dieses deuten. Diesen beiden ist auch der vorliegende Bericht von JEVONS nach Voraussetzungen und Zweckbestimmung verwandt. Die drei Darstellungen enthalten naturgemäß vieles gemeinsam. WEIZEL gibt darüber hinaus eine ausführliche theoretische Begründung und eine Übersicht über die erforschten Bandensysteme nach Molekeln geordnet. MULLIKEN und noch wesentlich ausführlicher JEVONS geben eine Zusammenstellung der erforschten Rotationsstrukturen nach Typen geordnet, MULLIKEN weiter eine ausführliche Deutung der Elektronenterme durch Terme der einzelnen Elektronen und JEVONS eine sehr wertvolle tabellarische Zusammenstellung aller Term- und Bandenkonstanten und ein nach Molekeln geordnetes Literaturverzeichnis.

Nach dem einführenden Kap. I bringt JEVONS in Kap. II—IV vom empirischen Befund ausgehend die einfachsten Gesetzmäßigkeiten der Elektronen-, Schwingungs- und Rotationsstruktur der Banden. Im Anschluß an einen kurzen Abriß der Lehre von den Linienspektren im Kap. V werden in Kap. VI die Methoden der Behandlung der Elektronenterme dargestellt. Kap. VII und VIII enthalten dann den Hauptteil des Buches in der Übersicht über die Rotationsbandentypen. Es folgen (Kap. IX—XII) Dissoziation, Isotopieeffekt, Raman-Effekt und das Verhalten in äußeren Feldern. Im Anhang ist die Bezeichnung zusammengestellt. Die Tabelle der Konstanten geht inhaltlich über die in den Internat. Crit. Tables Bd. 5, 1929, wesentlich hinaus. Das Buch wendet sich an Leser, die bisher noch nicht mit dem Gegenstand in engere Berührung gekommen sind; es verzichtet auf theoretische Begründung.

F. HUND, Leipzig.

EITEL, W., **Veröffentlichungen aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Silikatforschung in Berlin-Dahlem.** Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges. 1932. Fünfter Band, 212 S. mit 117 Abbild. Preis kart. RM 28.—.

Alle 22 Abhandlungen dieses Werkes stellen unveränderte Wiederabdrucke von Arbeiten aus wissenschaftlichen und technischen Zeitschriften dar. Die Namen der Zeitschriften: „Glastechnische Berichte", „Physikalische Zeitschrift", „Tonindustrie-Zeitung", „Zeitschrift für physikalische Chemie", „Zeitschrift für Kristallographie", „Sprechsaal für Keramik, Glas, Email", „Kolloid-Zeitschrift", „Die Naturwissenschaften", „Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie", „Zement" lassen allgemeine Problemstellung und Arbeitsrichtungen erkennen.

P. NIGGLI, Zürich.

Zur Geographie und Ökologie der Mittelmeerflora.

Für die eingehende Untersuchung, die A. EIG [Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore palestinienne, in Fedde, Repert. Beih. **63** (1931)] der pflanzengeographischen Stellung und Gliederung Palästinas gewidmet hat, ergibt sich aus der Besonderheit der Lage dieses Landes im Grenzbereich des Mittelmeergebietes, der orientalischen Steppenländer und des nordafrikanisch-vorderindischen Wüstengürtels die Notwendigkeit einer Auseinandersetzung mit gewissen allgemeineren, auf diese Gebiete und ihr gegenseitiges Verhältnis bezüglichen Fragen.

In der ENGLERschen Einteilung der Florenreiche und Florengebiete der Erde werden die Steppenländer von Anatolien bis Armenien, Mesopotamien und Persien als armenisch-iranische Mediterranprovinz dem Mittelmeergebiet zugerechnet und erscheinen dadurch scharf getrennt von den zentralasiatischen Steppengebieten einerseits und von den südrussischen Steppen, die als pontische Provinz von E. dem mitteleuropäischen Gebiet zugerechnet werden, anderseits. Das nordafrikanisch-indische Wüstengebiet dagegen rechnet E. bereits dem paläotropischen Florenreich zu, während RIKLI und HAYEK mehr die in der Sahara besonders im nördlichen Teile hervortretenden Beziehungen zur mediterranen und orientalischen Flora betont und deshalb das Wüstengebiet unter voller Würdigung seines Übergangscharakters zwischen Holarktis und Paläotropis als ein Glied der ersteren aufgefaßt haben. Von beiden Autoren werden ferner in Anknüpfung an die ältere Auffassung GRISEBACHS die gesamten südrussischen, orientalischen und zentralasiatischen Steppengebiete als eine große pflanzengeographische Einheit dem eurasiatischen Waldgebiet einerseits und dem Mediterrangebiet anderseits gegenübergestellt, wodurch letzteres auf die Randländer des Mittelmeerbeckens beschränkt wird.

Die Antwort, zu der EIG bei der Erörterung dieser für sein spezielles Untersuchungsgebiet grund-

legenden Fragen gelangt, deckt sich in der Hauptsache mit dem von den zuletzt genannten Autoren vertretenen Standpunkt. Zwar wird, was die Sahara angeht, das Vorhandensein zahlenmäßig nicht geringer Beziehungen zum Sudan natürlich nicht in Abrede gestellt; indessen treten diese stärker nur im südlichen Teil in Erscheinung, nach Norden zu klingen sie schnell ab bzw. sind auf Standorte von besonderem Typ beschränkt, wobei insbesondere das Niltal eine Exklave großen Ausmaßes darstellt. In der nördlichen und mittleren Sahara dagegen überwiegen durchaus Florenbestandteile mediterranen und orientalischen Stammes, worauf insbesondere auch die Verwandtschaftsbeziehungen der endemischen Sippen höheren Ranges eindeutig hinweisen. Als entscheidend für die Abtrennung der orientalischen Steppenländer vom Mediterrangebiet wird vor allem der sowohl dem ökologischen Wesen wie der floristischen Zusammensetzung nach tiefgreifende Unterschied der Klimaxgesellschaften betont; hier sind diese immergrüne Hartlaubwälder bzw. die als Macchien bekannten Buschgehölze, dort dagegen handelt es sich um aus Hemikryptophyten (besonders Gramineen) und Chamaephyten (vor allem Zwergsträuchern) gebildete Steppen bei völligem Fehlen von Klimaxwäldern. Daß historisch viele nahe Beziehungen zwischen dem Mittelmeergebiet und den orientalischen Steppenländern bestehen, kann nach E. nicht ausschlaggebend ins Gewicht fallen, wenn man die Forderung stellt, daß die pflanzengeographische Einteilung der Erde in erster Linie den gegenwärtigen Zustand der Flora und Vegetation zum Ausdruck bringen soll; tatsächlich besteht auch floristisch in vielen Verwandtschaftskreisen eine hinlänglich ausgesprochene Individualisierung der Steppenländer der Mediterraneis gegenüber, und ein höherer Grad von Ähnlichkeit wird oft vor allem dadurch vorgetäuscht, daß in den Gebirgen Flora und Vegetation von mediterranem (und in höheren Lagen selbst von borealem) Charakter auftreten; hierbei aber handelt es sich um mediterrane Exklaven, die nicht dazu berechtigen, das ganze Gebiet als mit dem Mediterrangebiet gleichen Wesens anzusprechen. Es kann wohl in der Tat keinem Zweifel unterliegen, daß durch diese engere Begrenzung nicht nur das Mittelmeergebiet in sich geschlossener und einheitlicher wird, sondern daß auch die Zusammenfassung der gesamten Steppenländer eine den natürlichen Verhältnissen besser gerecht werdende Lösung bedeutet. Eig begnügt sich mit der vorläufigen Abgrenzung einer irano-turanischen Region, die für die Klarstellung der floristischen Beziehungen seines Untersuchungsgebietes allein in Betracht kommt und der er neben der iranischen, der turanischen und der mesopotamischen Provinz auch das südrussische Steppengebiet als „sarmatische" Provinz zurechnet. Die Frage, ob die Grenze dieser Region bei Afghanistan zu ziehen und demnach Innerasien der Rang einer selbständigen Region zuzuerkennen oder auch dieses mit in die irano-turanische Region einzubeziehen ist, wodurch deren Grenzen bis an diejenigen des chinesisch-japanischen Gebietes heranrücken würden, läßt E. einstweilen offen, wenngleich er offenbar dieser zweiten Lösung zuneigt; bei ihrer endgültigen Annahme dürfte sich allerdings eine Umbenennung etwa in pontisch-orientalisch-zentralasiatische Region empfehlen, um sowohl den Umfang wie auch die Grundzüge der pflanzengeographischen Gliederung zum Ausdruck zu bringen. Eine gewisse, von E. nicht übersehene Schwierigkeit bereiten bei dieser Abtrennung der orientalischen Steppenländer vom Mediterrangebiet allerdings die Steppen des nordwestlichen Afrika, die dann auch nicht gut bei diesem verbleiben können; ob ihre von E. vorgeschlagene Zurechnung zur Sahara als befriedigende Lösung gelten kann, bedarf wohl noch eingehenderer Untersuchung.

Die den genannten drei Regionen entsprechenden Florenelemente und die zwischen ihnen stehenden Verbindungsgruppen machen bei weitem den Hauptteil der Flora Palästinas aus. Zahlenmäßig am stärksten ist das mediterrane Element vertreten, unter dessen 826 Arten (= 57% der einem bestimmten Florenelement zugehörigen Arten) sich 319 von allgemein- und 446 von ostmediterraner Verbreitung befinden. Sein Herrschaftsbereich in Palästina umfaßt einerseits den größten Teil von Cisjordanien, anderseits aber auch einen nach Süden zu sich allmählich verschmälernden Streifen in Transjordanien, der im Osten zumeist nicht ganz bis an die Hedschasbahn heranreicht. Beide Teilgebiete stehen, durch den breiten Keil des Jordantales voneinander getrennt, nur im Norden in unmittelbarem Zusammenhang und weisen in ihrem Artenbestand erhebliche Unterschiede auf, die einerseits durch das ausgesprochener kontinentale und niederschlagsärmere Klima Transjordaniens bedingt sein dürften, anderseits aber auch wohl damit zusammenhängen, daß Cisjordanien im Norden sich an den eine sehr reiche mediterrane Flora und Vegetation tragenden Libanon anschließt, Transjordanien dagegen dem in dieser Hinsicht viel ärmeren Antilibanon (Hermongebirge). Weiter östlich folgt der Herrschaftsbereich des irano-turanischen Elementes, dessen Bedeutung damit allerdings noch nicht erschöpft ist; denn nicht nur ist auch der mediterrane Teil Palästinas in erheblichem Maße von irano-turanischen Arten durchsetzt, sondern diese weisen auch noch zwei ausgesprochene Enklaven in Cisjordanien auf. Die wichtigere von beiden ist die unmittelbar östlich von Jerusalem und Hebron beginnende, den Ostabfall des Berglandes einnehmende „Wüste von Judäa", wo infolge der Lage im Lee der vom Mittelmeer her wehenden Winde der mildernde Einfluß des Meeres nicht mehr zur Geltung kommt und daher ausgesprochen steppenartige Bedingungen herrschen. Im Jordantal selbst und auf den dasselbe begleitenden unteren Terrassen besonders der Westseite nimmt das saharo-sindische Wüstenelement einen wichtigen Platz ein; das Hauptgebiet dieses Elementes aber stellt das im erweiterten Sinne vom Verf. als „Negueb" bezeichnete Gebiet von der Südgrenze Judäas gegen die Sinaihalbinsel zu dar, außerdem beherbergt auch noch der die Küste Cisjordaniens begleitende Dünengürtel bis etwa halbwegs zwischen Jaffa und Haifa nach Norden ein stärkeres Kontingent saharo-sindischer Arten. Endemisch in Palästina sind 115 Arten; von ihnen ist zwar mehr als die Hälfte (64) mediterranen Stammes, doch ist relativ das saharo-sindische Element das an Endemen reichste. Zahlenmäßig nicht bedeutend, aber pflanzengeographisch von erheblichem Interesse ist endlich das Vorkommen einer Anzahl von paläotropischen, dem „Sudan-Dekkan-Element" zugehörigen Arten, die ihre Hauptstandorte an der Westseite des Toten Meeres und in der südlich an dieses sich anschließenden Ebene haben. Die Beschränktheit ihres Vorkommens entspricht der Besonderheit ihrer ökologischen Bedürfnisse; sie meiden die Gebiete mit niedrigen Wintertemperaturen und verlangen als Ersatz für die mangelnden Niederschläge ausreichende edaphische Feuchtigkeit während der warmen Jahreszeit, da die Hauptentwicklung dieser Pflanzen in die Monate Mai bis Oktober fällt, also gerade in die Zeit der Ruhe der überwiegenden Mehrzahl der Pflanzen Palästinas, deren Entwicklung den vorherrschenden Winterregen entsprechend vorzugs-

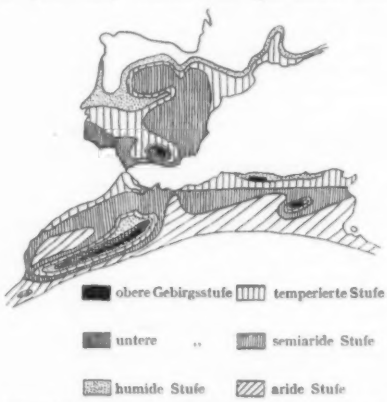
weise den Monaten Dezember bis April angehört. In florengeschichtlicher Hinsicht betrachtet Verf. diese dem heutigen Wesen der Flora Palästinas fremden paläotropischen Bestandteile nicht als Tertiärrelikte, sondern er ist eher geneigt, ihre Einwanderung durch Vermittlung des Araba-Tales in der quartären Pluvialzeit anzunehmen.

Die weiteren hier zu erwähnenden Arbeiten haben in der einen oder anderen Weise die Beziehungen der Vegetation des Mediterrangebietes zu dem dasselbe beherrschenden Klima zum Gegenstand. Von ihnen stellt diejenige vom EMBERGER [La végétation méditerranéenne, essai d'une classification des groupements végétaux, in Rev. gén. Bot. **42** (1930)] einen großzügig gedachten, aber freilich mit einiger Vollständigkeit nur für den mediterranen Westen (Tunis, Algerien, Marokko und Pyrenäenhalbinsel nebst Südfrankreich) durchgeführten Versuch dar, unter Abstraktion von den Verschiedenheiten der floristischen Zusammensetzung die ökologisch einander gleichwertigen, weil unter dem gleichen Klima lebenden Pflanzengesellschaften zu erfassen und danach die gesamte Mittelmeerregion in eine Anzahl von klimatisch bedingten Untergebieten einzuteilen, die auch von einer dem ökologischen Wesen nach übereinstimmenden Vegetation besiedelt werden. Für diese Untergebiete bedient sich E. des Ausdrucks „Vegetationsstufe" (étage de végétation), wobei ohne weiteres einleuchtet, daß diese Stufen mit der Höhenlage nichts zu tun haben. Man wird diese Terminologie, die sich auch zu den Empfehlungen des Internationalen Kongresses von 1910 über die pflanzengeographische Nomenklatur in Widerspruch setzt, nicht als eine glückliche und zweckmäßige bezeichnen können, da der verwendete Terminus sich allgemein für die vertikale Gliederung der Vegetation eingebürgert hat; und diese Abweichung von dem herrschenden Gebrauch erscheint auch nicht hinlänglich durch den Hinweis auf die Ungleichwertigkeit dessen begründet, was bisher von verschiedenen Autoren in verschiedenen Gegenden der Mittelmeerländer montane Stufe genannt worden ist, denn daraus folgt noch keineswegs, daß, wie E. meint, der Begriff „Stufe" ganz allgemein bisher einer präzisen Fassung ermangele und deshalb der Terminus unbeschadet in einem neu definierten Sinne gebraucht werden könne.

Es liegt in der Natur der Sache, daß E. für die Abgrenzung seiner Stufen nicht von der Vegetation selbst ausgehen kann, sondern sich darauf angewiesen sieht, nach einem möglichst einfachen, aber alle wesentlich in Betracht kommenden Momente berücksichtigenden Ausdruck für das Klima zu suchen. Indem dieses als Resultante vornehmlich der herrschenden Temperaturverhältnisse, der Menge und Verteilung der Niederschläge und der Evaporation betrachtet wird und als wesentliche Charakteristika des mediterranen Gesamtklimas — wobei E. das Mediterrangebiet im weitesten Umfang, mit Einschluß sowohl der Steppenländer wie auch der hohen Gebirge (Atlas, Sierra Nevada usw.) im Auge hat — die sommerliche Trockenheit und die in den Herbst bis Frühjahr fallende Hauptniederschlagszeit angesehen werden, wird als „quotient pluviothermique" der Ausdruck

$$\frac{P}{2 \cdot \left[\left(\frac{M+m}{2}\right) \cdot (M-m)\right]} \cdot 100$$

abgeleitet, worin P die Niederschlagsmenge, M und m die Mitteltemperaturen des wärmsten bzw. kältesten Monats bedeuten; der Formel liegt die Überlegung zugrunde, daß die herrschende Trockenheit um so größer ist, je höher die Durchschnittstemperatur $\frac{M+m}{2}$ und je größer die Amplitude $(M-m)$ ist. Der Wert des Quotienten ist also um so kleiner, je trockener das Klima ist; er ist insofern speziell auf die Verhältnisse des Mittelmeergebietes zugeschnitten, als dort nirgends eine hohe Evaporation mit einem niedrigen Wert von $(M-m)$ kombiniert vorkommt, wogegen z. B. in den Tropen mit ihrer hohen Wärme die Verhältnisse in dieser Hinsicht ganz anders liegen würden. Um der Tatsache gerecht zu werden, daß auch dem absoluten Werte von m eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt, bedient E. sich einer graphischen Darstellung, bei der die Werte von m als Abszissen und die des obigen Quotienten als Ordinaten eingetragen sind, so daß in dem erhaltenen Diagramm jeweils solche Orte nahe beieinander zu liegen kommen, die in klimatischer Hinsicht einander am ähnlichsten sind; zugleich sind in dem Diagramm auch die Kurven eingetragen, die die Trennungslinien zwischen den fünf von E. unterschiedenen Stufen: der ariden, der semi-ariden, der temperierten, der humiden und der Hochgebirgsstufe bilden und deren Verlauf sich dadurch kompliziert, daß die Werte des Quotienten sich je nach den Temperaturverhältnissen noch verschieden auswirken. So fehlt z. B. die humide Stufe in den verhältnismäßig trockenen und kühlen Gebieten und man gelangt im Großen Atlas von der temperierten unmittelbar in die Hochgebirgsstufe; die humide Stufe ist am deutlichsten entwickelt einerseits bei Werten des Quotienten zwischen 70 und 90 und m-Werten unter 0° und anderseits bei hohen (100—200) Werten des Quotienten und m-Temperaturen um 7°. Es ist ohne weiteres selbstverständlich, daß jeder solche Versuch, die klimatische Bedingtheit der Vegetation zahlen- und formelmäßig zu erfassen, stets nur eine mehr oder weniger große Annäherung erzielen kann. So kann man auch gegen die von E. aufgestellte Formel nicht bloß die auch sonst gegen jede Anwendung meteorologischer Mittelwerte auf pflanzengeographische Probleme bestehenden Bedenken erheben, sondern auch darauf hinweisen, daß manche wichtigen klimatischen Fakta wie die Zahl der Regentage, die Dauer der ariden Periode, die Steigerung der Evaporation durch den Wind u. a. m. in ihr nicht zum Ausdruck gelangen.



Vegetationsstufen des westlichen Mittelmeergebietes nach EMBERGER.

Auf der anderen Seite lassen sich aber aus dem Diagramm recht bemerkenswerte Beziehungen ablesen und geht aus den erzielten Ergebnissen, soweit diese einer genaueren Durcharbeitung als Unterlage gedient haben, ein gutes Bild von der Vegetationsverteilung und -gliederung in ihren großen Zügen hervor. Diese genauere Durcharbeitung beschränkt sich, wie schon oben bemerkt, auf NW-Afrika, die Iberische Halbinsel und Südfrankreich, für die auch die Anordnung und Verteilung der verschiedenen Stufen kartographisch zur Darstellung gelangt, während für die übrigen Mittelmeerländer nur von wenigen Stationen die klimatischen Werte vergleichsweise angegeben sind und auch bezüglich der den verschiedenen Stufen entsprechenden Vegetation nur gelegentliche Hinweise gegeben werden. Das Mittelmeerklima im sozusagen klassischen Sinne mit milden, auskömmliche Niederschläge bringenden Wintern und nicht zu großer Dürre des Sommers entspricht der temperierten Stufe, in der entsprechend auch die Mehrzahl der bekannten Mediterrangewächse ihre Hauptverbreitung hat; fast das ganze mediterrane Südfrankreich gehört ausschließlich dieser Stufe an. Die humide Stufe, die besonders in NW-Afrika (am Mittleren Atlas und im Rifgebiet) und auf der Iberischen Halbinsel (Portugal) entwickelt, aber auch in Italien und Griechenland vertreten ist, ist besonders durch sommergrüne Eichen und durch eine Anzahl von Coniferen (*Cedrus atlantica*, *Abies Pinsapo*, *A. numidica*, *Pinus Pinaster*) charakterisiert, doch erreicht auch die immergrüne Steineiche (*Quercus Ilex*) hier ihr Optimum und zeigt *Castanea sativa* für sie eine deutliche Vorliebe. Die das entgegengesetzte Extrem bildende aride Stufe ist besonders im mediterranen Nordafrika und in Kleinasien entwickelt, sie fehlt dagegen, wenigstens als zusammenhängendes Gebiet, in den europäischen Mittelmeerländern; im afrikanischen Nordwesten bildet sie den Übergang vom Atlas zur Sahara, greift aber in Marokko auch um jenen herum und tritt in SW-Marokko und dann wieder von Tripolis ab an das Meeresufer heran. Das aride Mediterranklima schließt den Baumwuchs nicht völlig aus, doch sind die Wälder mehr savannenartig, wie z. B. die *Argania Sideroxylon*-Savannen in SW-Marokko; auch die Rhamnacee *Zizyphus Lotus* und *Acacia gummifera* gehören zu den Charaktergewächsen dieser Stufe, in der außerdem auch die Halfasteppe von *Stipa tenacissima* stark entwickelt ist. Für die semi-aride Stufe endlich, die auch auf der Pyrenäenhalbinsel große Flächen einnimmt, ist in NW-Afrika besonders die zu den Cupressaceen gehörige, auch in Südspanien noch vorkommende *Callitris articulata* bezeichnend; auch *Pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens* und *Juniperus phoenicea* zeigen eine gewisse Vorliebe für die Stufe, ohne doch dank ihrer größeren ökologischen Plastizität auf dieselbe beschränkt zu sein. Bemerkt sei noch, daß die Zuordnung der Vegetationstypen zu den Klimastufen sich nur auf die ausdauernden Gewächse stützt; die sie begleitende Kraut- und Staudenflora, deren Entwicklung sich überwiegend auf die niederschlagsreichere Jahreszeit beschränkt, lebt tatsächlich unter einem anderen Klima, woraus es sich z. B. auch erklärt, daß in Marokko der Unterwuchs der *Callitris*-Wälder weitgehend mit dem der *Quercus Ilex*-Wälder übereinstimmt und ähnliche scheinbare Anomalien auch sonst vielfach vorkommen.

Handelte es sich in der Embergerschen Arbeit um einen vornehmlich auf die großen Züge in den Beziehungen zwischen Vegetation und Klima abgestellten Versuch einer Synthese, so liegt anderseits in den Untersuchungen von H. R. Oppenheimer über die hochsommerliche Wasserbilanz mediterraner Gehölze (Festschr. d. Dtsch. Bot. Ges. **1932**, 185—245) eine eingehende und sorgfältige, auf wenige ausgewählte Arten beschränkte Analyse gerade derjenigen Seite des ökologischen Verhaltens der mediterranen Vegetation vor, die nach Maßgabe des herrschenden Klimas die entscheidende ist und der ganzen Vegetation ihren Stempel aufdrückt. Die Untersuchungen wurden in der Umgebung der Hebräischen Universität am Ölberg, also an einem der am weitesten vorgeschobenen Posten der mediterranen Vegetation in Palästina ausgeführt, und zwar im Hochsommer von Ende August bis Anfang Oktober als derjenigen Zeit, die in Palästina die äußerste Beanspruchung für die dürreresistente Vegetation mit sich bringt, weil dann bei durch die Sommerdürre schon weit fortgeschrittener Austrocknung des Bodens unter dem Einfluß der häufig wehenden heißen Wüstenwinde sehr hohe Wärmegrade bei sehr niedrigem relativen Wasserdampfgehalt der Luft eintreten, so daß sich eine außerordentliche Steigerung der Evaporation ergibt. Die Arbeit bedeutet nicht nur durch das Gebiet, auf das sie sich bezieht, eine wichtige Vervollständigung der immer noch im Mittelpunkt des Interesses der experimentell-ökologischen Forschung stehenden Untersuchungen über den Wasserhaushalt, sondern sie bringt auch in methodischer Hinsicht eine Bereicherung, indem Verf. neben der Messung der Transpirationsgröße, des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen, des Wassersättigungsdefizits, des osmotischen Wertes und der Bodensaugkraft auch noch einige weitere Bestimmungsgrößen zur Beurteilung heranzieht; am wichtigsten davon ist das „subletale Defizit", d. h. der Anteil des Vegetationswassers, dessen Entziehung mit eben feststellbaren Schäden durch Tod von Zellen für die Pflanze verknüpft ist.

Für die Frage, wie weit eine Pflanze durch die Dürre physiologisch belastet ist, hat der Vergleich des unter natürlichen Bedingungen gegebenen Wassersättigungsdefizits mit dem subletalen besondere Bedeutung, denn je nachdem ob beide Werte noch weit auseinander liegen oder nahe aneinander rücken, wird die Pflanze noch eine weitere Belastung durch Wasserentziehung zu ertragen vermögen oder aber an der Grenze der möglichen Wasserentziehung angelangt sein. Als den besten Indikator für eine Notlage der Pflanze durch Wassermangel betrachtet Verf. das Wassersättigungsdefizit, weil dieses von Regulationsvorgängen am wenigsten beeinflußt wird, während der von H. Walter in seinen zahlreichen Untersuchungen in den Vordergrund gestellte osmotische Wert in seiner Nützlichkeit als wasserökologischer Indikator nach O. dadurch beeinträchtigt wird, daß es einerseits auch Pflanzen gibt, bei denen Wassermangel in einer Erhöhung der osmotischen Konzentration nur wenig zum Ausdruck kommt (Wasserpflanzen, Sukkulente, Hartlaubgewächse), und daß anderseits Pflanzen, die sich in einer Trockenperiode auf höhere Zellsaftkonzentration eingestellt haben, auch bei wieder gebesserter Wasserversorgung das höhere osmotische Potential noch einige Zeit beibehalten können.

Aus den Untersuchungen O.s geht hervor, daß auch hier am gleichen Standort eine erhebliche Mannigfaltigkeit ökologischer Typen vorhanden ist. Eine Sonderstellung nehmen zunächst zwei sommergrüne Gehölze, die Mandel (*Amygdalus communis*) und die Feige (*Ficus Carica*) ein; sie sind den ganzen Sommer über physiologisch tätig und erfreuen sich bei sehr lebhafter Transpiration einer relativ ausgeglichenen

Bilanz, ohne auch nur entfernt bis an die Grenze ihrer physiologischen Möglichkeiten belastet zu sein, was ihnen durch ein sehr tiefgehendes und stark ausgebildetes, dauernd ausreichenden Wassernachschub sicherndes Wurzelsystem ermöglicht wird. Unter den immergrünen Arten sind der Ölbaum (*Olea europaea*) und die Aleppo-Kiefer (*Pinus halepensis*) mäßig tief, aber sehr breit bewurzelte Gehölze, die bei mäßiger Transpiration ebenfalls nahezu den ganzen Sommer über aktiv sind und nur unter sehr extremen Bedingungen ihre Wasserabgabe einstellen; sie sind durch eine beträchtliche Austrocknungsfähigkeit und relativ hohe osmotische Potentiale ausgezeichnet. Immergrüne Arten mit einer ausgesprochenen Transpirationseinschränkung imHochsommer und damit verbundener, mehr oder weniger ausgeprägter Ruhezeit während der Dürre sind der Johannisbrotbaum (*Ceratonia siliqua*), der Lorbeer (*Laurus nobilis*) und der Erdbeerbaum (*Arbutus Andrachne*); sie sind entsprechend diesem ihrem Verhalten in wasserökologischer Hinsicht in ihrer natürlichen Verbreitung auf die niederschlagsreicheren Teile des Landes beschränkt. Endlich stellt der Rosmarin (*Rosmarinus officinalis*), der als Vertreter der durch ihren Reichtum an Labiaten ausgezeichneten mediterranen Halb- und Zwergstrauchformationen untersucht wurde, einen Typus dar, der, sparsam transpirierend, bei geringer Wurzeltiefe und außerordentlicher Austrocknungsfähigkeit die sommerliche Dürre mit einem Zustand der Anabiose beantwortet, der aber keinen erblich fixierten Charakter trägt, sondern bei Eintritt günstigerer Wasserverhältnisse jederzeit aufgegeben werden kann.

Sehr instruktiv war in diesem Falle der Vergleich turgeszent gebliebener mit trockenstarren Exemplaren; letztere hatten unter einer Bodenkrume von 22 cm anstehenden harten Fels und die Bodenprobe ergab in 15 cm Tiefe eine Saugspannung von 56 Atmosphären, erstere dagegen hatten unter einer 15 cm tiefen Bodenschicht eine sehr weiche, reichlich Feuchtigkeit enthaltende Kreide mit einer Saugspannung von 16 Atm. in 28 cm Tiefe. Was die Höhe der von O. gefundenen Werte im allgemeinen angeht, so erreichen die Wasserdefizite und die Bodensaugkräfte in den oberen Schichten sehr bedeutende Höhen; die Transpirationswerte waren nur bei den beiden erstgenannten Arten bedeutend, sie dürften allerdings auch bei den übrigen im Frühsommer bei größerer Bodenfeuchtigkeit höhere Werte erreichen. Da die Höhe der osmotischen Konzentrationen nur eine mäßige ist, so erachtet Verf. als ausschlaggebend für das Pflanzenleben in ariden Gebieten in erster Linie den Wassergehalt der verschiedenen Bodenschichten und die Verteilung der Wurzeln in ihnen, wogegen er dem osmotischen Potential und seiner etwaigen regulatorischen Erhöhung demgegenüber nur eine untergeordnete Bedeutung beimessen möchte. Das letztere dürfte freilich eine zu weitgehendee Verallgemeinerung sein, und zwar für die typischen Mediterranpflanzen, nicht aber für die unter extrem ariden Bedingungen lebenden Wüstenpflanzen Gültigkeit besitzen. Daß letztere in der fraglichen Hinsicht anders veranlagt sind, und daß bei ihnen die Fähigkeit zur Entfaltung enorm hoher Wurzelsaugkräfte eine entscheidende Rolle spielt, geht aus den Untersuchungen HARDERS und seiner Schüler [Über den Wasser- und Salzgehalt und die Saugkräfte einiger Wüstenböden. Jb. Wiss. Bot. **72**, 665—699 (1930); Über Versuche zur Bestimmung der Kohlensäureassimilation immergrüner Wüstenpflanzen während der Trockenzeit in Beni Unif. ebenda **75**, 45—194 (1931)] hervor, die in Beni Unif, einer kleinen Oase am Südfuß des Saharа-Atlas in Algerien, feststellen konnten, daß die dortigen Wüstenpflanzen die vegetationsfeindliche Hitze- und Dürreperiode keineswegs in einem Zustand der physiologischen Starre verbringen, sondern noch assimilatorisch tätig sind, also die Stomata öffnen und damit auch transpirieren; dabei betrug in der unter den dortigen Verhältnissen von allen Standorten die relativ reichste pflanzliche Besiedlung tragenden Kieswüste der Feuchtigkeitsgehalt in einer Tiefe von 50—70 cm, über die die Wurzeln kaum hinausgehen, im August durchschnittlich nur 3—4% und die Bodensaugkraft 120 bis weit über 200 Atm.

Dabei ist es bemerkenswert, daß diese hohen Bodensaugkräfte nicht wie in der von STOCKER untersuchten, sehr viel niederschlagsärmeren Wüste von Heluan durch einen hohen Salzgehalt hervorgerufen wurden, sondern in erster Linie durch die Strukturverhältnisse des Bodens bedingt sind. Daß ihnen entsprechend hohe Saugkräfte seitens der Pflanzenwurzeln gegenüberstehen, geht nicht nur aus dem Ergebnis einer an *Zollikoferia arborescens* ausgeführten Messung hervor, bei der 130—137 Atm. ermittelt wurden, sondern wird auch in besonders auffälliger Weise durch das Verhalten von *Haloxylon articulatum*, einer schuppenblättrigen Chenopodiacee, vor Augen geführt, das im August in voller Blüte angetroffen wurde, bei Temperaturen von 40—50° mit positivem, ganztägigem Stoffgewinn assimilierte, stark atmete und lebhaft transpirierte. Dieses Höchstmaß von Dürreresistenz kann in der schwachen Sukkulenz der Pflanze allein nicht begründet liegen, da die durch diese gegebenen Reserven bald verbraucht sein müßten, vielmehr muß die Pflanze über besonders vollkommene Absorptionseinrichtungen verfügen, die ihr einen unter den herrschenden Verhältnissen an Luxus grenzenden Wasserverbrauch gestatten. Im übrigen ergab sich auch hier, daß unter den untersuchten Pflanzen physiologisch verschiedenartige Typen vertreten waren; *Anabasis aretioides* z. B., eine zu der gleichen Familie gehörige eigenartige Polsterpflanze, zeigte in der Dürrezeit eine wesentliche Einschränkung des Gaswechsels und auch eine entsprechend schwache Assimilationstätigkeit, die aber, da auch die Atmung gering ist, doch noch einen gewissen Überschuß ermöglicht, wogegen *Zollikoferia arborescens*, ein zu den Kompositen gehöriger dorniger Rutenstrauch, ungeachtet ihres ausgesprochen xeromorphen Habitus den extremen Bedingungen weit weniger gut gewachsen ist und günstigstenfalls in den frühen Morgenstunden einen geringen Assimilationsüberschuß erzielt, der kaum ausreichen dürfte, den durch die Atmung entstehenden Bedarf der Pflanze zu decken; bei ihr war entsprechend die Neubelebung durch die am Ende des ersten Septemberdrittels eingetretenen Niederschläge sowohl im physiologischen Verhalten wie in der äußeren Erscheinung am ausgeprägtesten. Insgesamt lehren diese Untersuchungen, wie wichtig es für das Verständnis des standortsökologischen Verhaltens der Vegetation ist, nicht nur eine einzelne Lebensfunktion isoliert zu betrachten, sondern ihr Zusammenwirken und Ineinandergreifen zu berücksichtigen. Vom Standpunkt allein des Wasserhaushaltes aus gesehen würde gegenüber dem herrschenden Wassermangel äußerste Einschränkung der Transpiration durch völligen Spaltenverschluß als die am nächsten liegende und zweckmäßigste Einstellung der Pflanze erscheinen. Abgesehen indessen davon, daß die immergrünen Wüstenpflanzen sich damit eines wirksamen Mittels gegen zu hohe Überhitzung begeben würden, würde die Beschränkung auf die nur sehr geringe kutikuläre Transpiration einen

Verzicht auf jegliche Assimilationstätigkeit bedeuten; ein solcher Verzicht aber würde bei der den größten Teil des Jahres, ja bisweilen jahrelang andauernden Trockenheit die Ernährung um so stärker beeinträchtigen müssen, als mit zunehmender Hitze die Atmung beträchtlich gesteigert wird.

Gleichfalls den Wasserhaushalt der Mittelmeerflora behandelt eine Arbeit von J. Braun-Blanquet und H. Walter [Zur Ökologie der Mediterranpflanzen. Jb. Wiss. Bot. **74**, 697—748 (1931)], für die das Material der Umgebung von Montpellier, also einem unfern der Nordgrenze der Mittelmeerregion gelegenen, nach Emberger der temperierten Mediterranstufe angehörigen Standort entstammte. Die Zahl der untersuchten Arten ist eine erheblich größere als in der Arbeit von Oppenheimer, auch wurde das Verhalten der Pflanzen im Laufe eines ganzen Jahres (von April 1929 bis März 1930) verfolgt; anderseits beschränken sich die Feststellungen in der Hauptsache auf die Ermittelung des osmotischen Wertes, der als Indikator für den Wasserzustand, in dem sich die Pflanzen befinden, dient und dessen Änderungen im Laufe des Jahres in einer Anzahl von Kurvenbildern dargestellt werden. Auch hier ergab sich das Vorhandensein von mehreren, in wesentlichen Punkten verschieden sich verhaltenden ökologischen Typen.

Insgesamt unterscheiden die Verff. danach 7 Gruppen, von denen die erste und wichtigste die typischen mediterranen Hartlaubpflanzen (*Quercus Ilex, Qu. coccifera, Olea europaea, Pistacia Lentiscus* usw.) umfaßt, also dem zweiten Typus Oppenheimers entspricht. Der osmotische Wert ist auch unter günstigen Wasserverhältnissen relativ hoch, zeigt aber während der Sommertrockenheit keinen weiteren Anstieg; die Minimalwerte (14—24 Atm.) treten im Frühjahr beim Austreiben auf, die höchsten Werte dagegen im Untersuchungsgebiet nicht im heißen und trockenen Sommer, sondern im kalten Winter, der danach für die Wasserversorgung ungünstigere Verhältnisse mit sich bringt als jener. Die fraglichen Pflanzen gehören nicht nur durch ihre xeromorph gebauten Blätter, sondern auch durch ihr tiefgehendes und weit verzweigtes Wurzelsystem zu den klimatisch am besten angepaßten. Ihnen stehen die Hartlaub-Schattenpflanzen (z. B. der Mäusedorn *Ruscus aculeatus*, ferner *Smilax aspera, Asparagus acutifolius* u. a.) gegenüber, die bei Besitz xeromorpher Blätter und einer relativ guten Bewurzelung unter weniger extremen Bedingungen an schattigen Standorten wachsen und infolgedessen auch in der Trockenzeit nicht unter Wassermangel leiden; entsprechend tritt in der Kurve der osmotischen Werte die Wirkung der Trockenzeit kaum in Erscheinung, die Kurven zeigen bei geringer absoluter Höhe der Werte (15—20 Atm.) einen fast horizontalen Verlauf mit einem deutlichen Minimum zur Zeit des Austreibens und einem Anstieg im kalten Winter. Eine Übergangsstellung zwischen diesen beiden Gruppen nehmen *Laurus nobilis* und *Arbutus Unedo* ein, die ebenfalls feuchtigkeitsbedürftiger sind und schattige Standorte bevorzugen, auch sehr niedrig liegende Werte aufweisen, was also im wesentlichen den Befunden Oppenheimers entspricht. Weniger einheitlich in morphologisch-anatomischer Hinsicht wie auch bezüglich ihrer Bewurzelung sind die zur Gruppe III gerechneten Arten, zu der neben den Zistrosen (*Cistus albidus*) u. a. auch der Gartenthymian *Thymus vulgaris*, der Lavendel *Lavandula officinalis* und der auch von O. untersuchte *Rosmarinus officinalis* gerechnet werden. Die Arten dieser Gruppe weisen unter günstigen Wasserverhältnissen sehr niedrige Zellsaftkonzentrationen auf, doch erfolgt im Laufe des Sommers ein starkes, erst im September das Maximum (34—42 Atm.) erreichendes Ansteigen und erst mit Einsetzen der Regenperiode ein Rückgang der Werte auf ihre normale Höhe; auch im kalten Januar 1931 wurden ziemlich hohe Werte gemessen. In erster Linie dürften die starken Schwankungen des osmotischen Wertes bei diesen Arten (mit Ausnahme des ziemlich tiefgehende Wurzeln, aber weniger dürreresistente Blätter besitzenden *Viburnum Tinus*, bei dem der sommerliche Wassermangel wohl durch eine zu starke Wasserabgabe bedingt wird) mit einer durch die geringe Wurzeltiefe bedingten Erschwerung der Wasseraufnahme während der Trockenzeit zusammenhängen, der eine Einschränkung der Transpiration durch die zwar xeromorph gebauten, aber der für die Sklerophyllen typischen mechanischen Aussteifung entbehrenden Blätter erst bei sehr weitgehenden Wasserverlusten folgt.

Niedrige osmotische Werte besitzen, wie zu erwarten, die Zwiebel- und Knollenpflanzen und sonstigen Geophyten und Therophyten, die nur im Frühjahr oder Herbst und Winter, also während der hinsichtlich der Wasserverhältnisse günstigen Jahreszeit, oberirdische Organe besitzen, und auch die flach wurzelnden Sukkulenten, die durch ihre Wasserspeicher und ihre sehr geringe Transpiration die Trockenzeit überdauern, ohne zeitweise die Möglichkeit der Wasseraufnahme zu haben, weisen stets außerordentlich niedrige osmotische Werte auf. Im großen und ganzen stimmt also das Bild, das sich aus diesen Untersuchungen von dem ökologischen Verhalten der mediterranen Vegetation ergibt, mit den Befunden Oppenheimers überein, besonders wenn man die im Vergleich zu Palästina erheblich weniger extremen Verhältnisse der Umgebung von Montpellier in Betracht zieht. Wichtig erscheint insbesondere, daß die bisher vielfach angenommene mehr oder weniger völlige Sommerruhe der Mediterranpflanzen keineswegs allgemein, sondern nur für bestimmte Typen und unter besonders erschwerten Lebensbedingungen zutrifft. Es würde zweifellos von großem Interesse sein, wenn entsprechende Untersuchungen, möglichst unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Momente, auch in anderen Gegenden der Mittelmeerländer zur Vervollständigung des Bildes beitragen würden.

Gleichfalls Probleme des Wasserhaushaltes behandelt F. Firbas in einer groß angelegten, umfang- und inhaltsreichen Arbeit [*Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen*. Jb. Wiss. Bot. **74**, 459—696 (1931)], deren Bedeutung sich zwar bei weitem nicht darin erschöpft, daß sie einen wichtigen Beitrag zur speziellen Standortsökologie der Hochmoorvegetation darstellt, die aber anderseits doch auch wiederum dadurch besonders fesselt, daß sie auf der Grundlage der im Laufe der letzten 10—15 Jahre auf diesem Gebiet gewonnenen neuen Erkenntnisse und Gesichtspunkte zu jenem Fragenkomplex zurückkehrt, dessen Untersuchung durch Montfort und später durch Stocker einen der wichtigsten Ausgangspunkte der ganzen neueren experimentell-ökologischen Forschung über die einschlägigen Fragen gebildet hatte. M.s abschließendes Urteil über den Charakter der Hochmoorvegetation ging dahin, daß die vordem als mehr oder weniger allgemein vorhanden angenommene Xeromorphie derselben in Wahrheit nur eine solche weniger ihrer Arten sei und die Hochmoorvegetation als Ganzes ein Gemisch zahlenmäßig vorwiegender hygro- bis mesomorpher und weniger, im Vegetationsbild allerdings oft vorherrschender xeromorpher Typen darstelle. Bei

diesem Urteil hat jedoch, wie F., gestützt auf die Ergebnisse der soziologischen Vegetationsanalyse und die von der neueren regionalen Moorforschung unterschiedenen Moortypen, zeigt, eine wenig scharfe und in der Natur nicht begründete Umgrenzung des Begriffes „Hochmoorpflanzen" eine wesentliche Rolle gespielt; indem F. diesen auf die Pflanzen der wachsenden Hochflächen echter, ombrogener Hochmoore einschränkt, ergibt sich eine scharf umschriebene Gruppe, zu der außer einer Reihe von Ericaceen (nebst der diesen sowohl habituell wie ökologisch und nach neuerer Auffassung auch systematisch nahestehenden Krähenbeere *Empetrum nigrum*) und Cyperaceen nur noch wenige andere Arten (z. B. der Sonnentau *Drosera*, die Blasenbinse *Scheuchzeria palustris*, die Moltebeere *Rubus chamaemorus*) gehören. Von diesen aber läßt sich zeigen, daß sie mit Ausnahme von *Drosera* sämtlich eine mehr oder minder starke Ausbildung xeromorpher Strukturen aufweisen, wobei die Xeromorphie am stärksten bei den immergrünen Ericaceen ausgeprägt ist.

Genauere quantitative Untersuchungen über den Bau der Hochmoorpflanzen und dessen Veränderungen an verschiedenen Standorten ergeben weiter, daß bei den plastischeren Arten, insbesondere den sommergrünen Vaccinien, die Pflanzen aus den wachsenden Sphagnumdecken und -bulten sich gegenüber solchen aus den verheideten, im Stillstand befindlichen Moorpartien durch eine Reihe von Merkmalen (Reduktion der Organgröße, quantitative Förderung des Leitungssystems, geringere Oberflächenentwicklung, stärker verdickte und kutikularisierte Außenwände der Epidermiszellen, größere Anzahl der Spaltöffnungen) auszeichnen, die durchaus den Strukturänderungen entsprechen, wie sie auf Mineralboden beim Übergang vom feuchteren zum trockneren Standort sich einstellen; unter allen Moorformen stehen also die Formen aus den wachsenden Sphagneten den Pflanzen des sonnig-trockenen Mineralbodens am nächsten, so daß jene Veränderungen als Xeromorphosen zu bezeichnen sind. Die Prüfung der Frage, ob diese Xeromorphosen mit einer Erschwerung des Wasserhaushaltes in den nassen Sphagneten in Zusammenhang zu bringen sind, erstreckt sich nach zwei Richtungen und umfaßt einerseits eine Analyse der klimatischen Standortsfaktoren, anderseits eine unmittelbare Untersuchung des Wasserhaushaltes. In ersterer Hinsicht ergeben sich bemerkenswerte Parallelen zwischen den offenen Hochmooren und den Xerophytensiedlungen sonnig-trockener Mineralböden. Infolge des geringen Wärmeleitungsvermögens der Torfmoosdecken und Torfschichten und der ebenfalls geringen Wärmekapazität der obersten Schichten, die, auf das Volumen bezogen, keinen großen Wassergehalt besitzen, stellt sich das Temperaturklima als extrem dar und ist an sonnigen Tagen besonders in den Sphagneten durch sehr hohe Oberflächen- und hohe Lufttemperaturen ausgezeichnet; auch die Evaporation ist besonders nahe der Bodenoberfläche sehr hoch und wird von Xerophytensiedlungen auf Mineralboden nur um 20—30% übertroffen. Auf den verheideten Bulten dagegen herrschen infolge der Bodenbeschattung durch die Heidesträucher ausgeglichenere Verhältnisse. Die tieferen Wurzelböden der Hochmoore sind zwar im Vergleich zu sonnigen Mineralböden kalt, doch konnte F. experimentell zeigen, daß die Hochmoorpflanzen im Gegensatz zu den Gewächsen wärmerer Klimate auch bei tiefer Temperatur nur eine sehr geringe Hemmung der Wasseraufnahme erfahren, daß also die weit verbreitete Vorstellung, Pflanzen kalter Bodenklimate hätten mit Schwierigkeiten der Wasserversorgung zu kämpfen, einer Revision bedarf.

Das physiologische Verhalten der mehr oder weniger xeromorphen Hochmoorpflanzen ergab folgendes Bild: Die Transpiration ist absolut und, bezogen auf das Frischgewicht, die Oberfläche oder das Trockengewicht und in Ansehung der starken Evaporation auch relativ niedrig; bei Heidekraut und Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) ist sie in den Bulten um 30—40% geringer als im wachsenden Sphagnetum, auch bei *Empetrum* besteht ein gleichsinniger, doch geringerer Unterschied, beim Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) dagegen transpirieren die Bultpflanzen um 44% mehr als die der Sphagneten. Nur bei dem letztgenannten besteht also Parallelität zwischen den Unterschieden in der Transpirationsgröße und den Evaporationsverhältnissen beider Standorte. Im übrigen ist, da der Wassergehalt der meisten Hochmoorpflanzen sehr gering ist, ihr Wasserumsatz trotzdem ein ansehnlicher. Die Stomata besitzen ihre maximale Öffnungsweite bei trübem Wetter, bleiben aber sogar während der Mittagsstunden sonniger Tage weit geöffnet; die Rauschbeere zeigt in den verheidenden Bulten einen frühzeitigeren und weitergehenden Spaltenverschluß, beim Wollgras bestehen in dieser Hinsicht keine Unterschiede. Die osmotischen Werte liegen meist zwischen 12 und 19 Atm. und entsprechen damit denjenigen der Xerophyten bei genügender Wassersättigung des Bodens; die höchsten Werte erreichen die immergrünen Arten im Winter. Bei den in den oberen Bodenschichten wurzelnden Ericaceen liegen die osmotischen Werte für die Bultpflanzen höher als für die Pflanzen der wachsenden Sphagneten, beim Wollgras, einem Tiefwurzler, ist kein solcher Unterschied vorhanden. In allen diesen Punkten zeigt *Drosera* ein wesentlich anderes Verhalten: Hohe Transpiration und hoher Wassergehalt, weitgehender Spaltenverschluß an sonnigen Tagen, niedriger osmotischer Wert (6—7 Atm.). Insgesamt liegt also eine gewisse Erschwerung des Wasserhaushaltes nicht sowohl in den wachsenden Sphagneten vor, in denen die extremsten Bedingungen herrschen und die sich durch das Auftreten ausgesprochener Xeromorphosen auszeichnen, sondern auf den verheidenden Bulten. Für diese dürfte infolge ihrer Neigung zu oberflächlichem Austrocknen auch am ehesten mit einer zeitweiligen Erschwerung der Wasseraufnahme zu rechnen sein. Immerhin erachtet Verf. eine solche zeitweilige Hemmung im Hinblick auf den relativ geringen Wassergehalt des Bodenvolumens und das ungenügende Nachleitungsvermögen des Bodens auch für wachsende Sphagneten als nicht außerhalb des Bereiches der Wahrscheinlichkeit liegend. Neben dieser Möglichkeit einer zeitweiligen physikalischen (nicht physiologischen!) Trockenheit der Hochmoorböden könnte zur Erklärung der Xeromorphie auch eine direkte Bewirkung von Xeromorphosen durch die chemische Natur (Oligotrophie) des Substrates in Betracht kommen oder auch eine allgemeine Beziehung zwischen den Ernährungsbedingungen und dem Auftreten xeromorpher Strukturen, insofern diese durch Förderung des stomatären Gasaustausches bessere Assimilationsbedingungen schaffen. Bei den immergrünen Arten spielt außerdem auch die Winterfestigkeit eine Rolle. Dagegen lehnt F. die Hypothese einer Entstehung der xeromorphen Strukturen in vergangenen Erdperioden unter dem Einfluß anderer klimatischer Verhältnisse entschieden und mit Recht ab; speziell kann ein Einfluß der Eiszeit in dieser Richtung nicht in Frage kommen, da man den Hochmoorpflanzen ein weit höheres Alter zuschreiben muß und zudem das Glazialklima wahrscheinlich ausgesprochen hochmoorfeindlich war. W. Wangerin, Danzig-Langfuhr.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. Dr. Arnold Berliner, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.